

Tiedotus
Report

269

PENTTI SAUKKO

TULVA RANTOJEN SORTAJANA

OULUJÄRVEN JA SOTKAMON JÄRVIEN RANTATÖRMIEN VYÖRYMINEN
VESISTÖN LUONNONTILASSA

HELSINKI 1986

Tekijä on vastuussa julkaisun sisällöstä , eikä siihen voida vedota vesihallituksen virallisena kannanottona.

VESIHALLITUKSEN TIEDOTUKSIA koskevat tilaukset: Valtion painatuskeskus PL 516, 00101 Helsinki,
puh. (90) 539 011 / julkaisutilaukset

ISBN 951-46-9382-5
ISSN 0355-0745

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

Sivu

ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO	7
2 VESISTÖJEMME RANTAEROOSIOSTA	9
2.1 Käsitteiden sisältö	9
2.2 Rantaeroosion esiintymismuodot	11
2.3 Vyöryrantoja koskevista julkaisuistamme	13
2.4 Vyöryrannan jäsentyminen ja nimistö	16
3 TUTKIMUS- JA HAVAINTOAINEISTO	19
3.1 Säännöstelytutkimukset ja -suunnitelmat	19
3.2 Vyörytörmien täydennystutkimukset	21
3.3 Erityistutkimukset	21
3.4 Törmien suojaamiskokeilut	22
3.5 Säännöstelyn aikainen aineisto	23
3.6 Muu aineisto	25
4 YLEISKUVAUS TUTKIMUSALUEESTA	26
4.1 Vesistöselostus	26
4.2 Geologinen kehitys ja maaperä	31
4.3 Vedenkorkeussuhteet	33
5 VYÖRYRANNAN YLEINEN MUOTOUTUMINEN	34
5.1 Törmän kuluminen ja vyöryminen	34
5.2 Rantaäyrään muodostuminen ja kuluminen	36
5.3 Maa-aineksen kulkeutuminen ja kasautuminen	44
6 VYÖRYALUEIDEN YLEISKUVAUS	45
6.1 Sijainti ja laajuus	
6.2 Maastoselostus	52

7	VYÖRYMISILMIÖN PERUSTEKIJÄT	57
7.1	Maalaji	57
7.2	Tulvan korkeus ja kestävyys	62
7.3	Aallokko	65
7.4	Maankohoaminen	81
7.5	Routa ja säätekijät	83
8	VYÖRYRANTOJEN MUOTO JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	89
8.1	Törmän korkeus	89
8.2	Törmän tyven korkeustaso	91
8.3	Törmän kaltevuus	105
8.4	Rantaäyräs	111
8.5	Purkutaso	114
9	VYÖRYRANNAN LUONNONVARAINEN SUOJAUTUMINEN	119
9.1	Suojautuneen rannan pituus	119
9.2	Rantaäyrään kivittyminen	122
9.3	Hiekkakaarten kasautuminen	123
9.4	Rannan kasvittuminen	124
9.5	Vyörymistä hidastavat tekijät	131
10	VYÖRYTÖRMÄN SUOJAUSTYÖT	132
10.1	Tietolähteet	132
10.2	Suojatun rannan pituus	134
10.3	Kivivalli ja -verhous	135
10.4	Hirsiseinämä	137
10.5	Risutus ja murros	138
10.6	Nurmetus ja istutus	140
10.7	Rantasuiste	141
10.8	Muut menetelmät	146
11	TÖRMIEN VYÖRYMISNOPEUS	148
11.1	Hiisjärven laskun vaikutus	148
11.2	Kirjallisuus- ja muistitieto	153
11.3	Karttavertailu	157
12	VYÖRYMISILMIÖN HAITTAVAIKUTUKSET	160
12.1	Maanmenetys	160
12.2	Vyöryrannan käyttö	161

12.3	Vesiliikenneväylät	164
12.4	Vesistövaikutus	166
13	VYÖRYMISILMIÖN RAJOITTAMINEN VESISTÖN SÄÄNNÖSTEL- LYLLÄ	170
13.1	Tulvien alentaminen	170
13.2	Suunnitelmissa esitetyt suojaustyöt	175
13.3	Tehdyt suojaustyöt	177
13.4	Tarkoituksenmukaiset suojausmenetelmät	183
14	KATSAUS VYÖRYRANTOJEN SÄÄNNÖSTELYNAIKAISEEN TILAAN	190
14.1	Vesioikeudellinen ratkaisu	190
14.2	Vyörytörmien tila	192
14.3	Oulujärven rantaeroosio	196
14.4	Oulujärven rantojen kasvittuminen	197
15	LOPPUAJATELMIA	201
	KIRJALLISUUTTA	206
	VALOKUVAT	211

A L K U S A N A T

Tämän selostuspitoisen tutkimuksen julkistamisen tuntuvaan viivästymiseen vaikuttavia syitä ja työn eri vaiheita on kosketeltu seuraavassa johdanto-osassa. Viimeisessä luvussa on puolestaan tuotu esiin niitä niin historiallis-, teknillis- kuin tieteellispohjaisiakin vaikutteita, jotka ovat pitäneet yllä vireyttäni tutkimusaineiston käsittelyyn ja joiden vuoksi en ole nähnyt aiheen menettäneen paljoltikaan ajankohtaisuuttaan. Käsikirjoituksen ja piirrosten viimeistely on tapahtunut vuoden 1984 loppupuolella.

Vesihallituksen ilmoitettua kiinnostuksensa tutkimukseni aihepiiriin ja ottaessaan julkaisun tiedotus-sarjaansa on tullut mahdolliseksi ulottaa julkaisun jakelu moninverroin laajemmaksi kuin alkuperäinen kaavailuni edellytti. Vesihallituksen vesientutkimuslaitoksessa on suoritettu niiden maa-lajinäytteiden analyysit joista ei aikaisemmin sanottua selvitystä oltu tehty. Puhtaaksikirjoitus- ja piirustustyö sekä toimitustyö on suoritettu vesistöosaston suunnittelutoimistossa. Monistus on myös tehty vesihallituksessa ja sidonta valtion painatuskeskuksessa.

Luonnon tapahtumia koskevissa tutkimuksissa ja kuvauksissa on valokuvilla keskeinen sija. Tähän julkaisuun liittyvä laveahko valokuva-aineisto on aiheen mukaan ryhmiteltynä ja selostuksin varustettuna tekstiosan lopussa. Valokuvat muodostavat tavallaan yhteenvedon kerrotusta asiasta. Ne helpottanevat myös sellaista lukijaa, joilla ei ole aikaa syventyä kirjoitettuun osaan.

Työssäni olen sen eri vaiheissa saanut tietoa ja apua niin entisiltä työtovereiltani kuin monilta vesihallituksen ja Oulujoki Oy:n palveluksessa olevilta henkilöiltä. Varsin merkittävä arvo on ollut niiden Oulujärven ja Sotkamon järvien vyöryrantojen tuntumassa olevien ranta-asukkaiden kertomuksilla, johon selostusosa paljolti rakentuu. Vaikka mie-lisin kiittäen nimetä erikseen kaikki työtäni tavalla tai

toisella avittaneet henkilöt, käy se tässä yhteydessä ylivoimaiseksi tavoitteeksi. Tosin kentällä suoritettujen haastateltujen ja monien muidenkin nimet löytyvät tekstistä. Kuitenkin haluan mainita sen, että julkaisun näyttävimmän osan, so. piirroksia on suurella huolella ja taidolla piirtänyt Katri Salmela.

Taloudellisesti on työtäni aiemmin tukenut Maa- ja vesitekniikan tutkimussäätiö myöntämällä apurahalla. Myöhemmin olen kahdessa eri vaiheessa saanut apurahan Maa- ja vesitekniikan tuki ry:ltä. Valokuva-aineiston julkaisemisessa on antanut apuaan Oulujoki Oy.

Kiitän lämpimästi edellä sanottuja yhteisöjä sekä kaikkia niitä jotka ovat eri tavoin nähneet paljon vaivaa hyväkseni ja myötävaikuttaneet tämän julkaisun aikaansaamiseksi.

Monilla pääjärvistämme on omaleimaiset piirteet ja rantamuodot. Oulujärvelle on tunnusomaiset etenkin sen paljaat ja korkeatkin vyöryvät rantatörmät. Kukapa ei olisi lukenut tai kuullut puhuttavan Paltaniemen veteen suistuvasta vanhasta hautausmaasta. Ranta-asukkaille rantojen sortuminen, Oulujärven ollessa luonnontilassa vuoteen 1951 saakka, on ollut vakava ongelma, jonka poistamiseksi on herpaantumatta uurastettu. Rohkenen toivoa, että työtäni tukevat hyväksyvät ajatukseni siitä, että omistan hengessä tämän julkaisun erityisesti niille, jotka vieraaseen apuun turvautumatta ja yleisiä avustuksia anomatta ovat tilustensa suojaamiseksi kamppailleet aallokkovoimia vastaan.

Espoossa syyskuussa 1985

Pentti Saukko

T U L V A R A N T O J E N S O R T A J A N A

Oulujärven ja Sotkamon järvien rantatörmien vyöryminen vesistön luonnontilassa

1 J O H D A N T O

Järviemme rannat ovat jatkuvasti alttiina allokon ja jään liik-
keiden vaikutuksille. Kallio- ja kivikkorantoihin näiden ran-
tavoimien ote kilpistyy, mutta löyhempää maaperää ne pystyvät
uurtamaan ja muovaamaan niin, että lähinnä juuri maalaji- ja
vedenkorkeussuhteista riippuen vesistöissämme tavataan monen-
laatuisia eri järville tunnusomaisia rantamuodostumia. Varsin
rajusti kohtelevat tyrskyt hiekka- ja hietaperäisiä rantatör-
miä sortaen niistä korkean tulvan aikana veteen huomattavia-
kin maakaistaleita. Tämänkaltaisia vyöryviä törmii on nähtä-
vissä erityisesti siellä, missä myöhäisjääkauden aikana synty-
neet ja lajittuneista maa-aineksista muodostuneet harjujak-
sot nojaavat järviulapoihin, ja joiden järvien vedenkorekus-
vaihtelut ovat suurehkot. Vyörytörmii tavataan esimerkiksi
Saimaalla sisemmän Salpausselän kohdalla Kylänniemellä sekä
Punkaharjun seudulla kuin myös Höytiäiselläkin. Varsin run-
saasti on vyöryviä rantoja Oulujärvellä ja tähän idästä las-
kevan Sotkamon reitin alaosan järvissä. Täällä vyörymisilmiö
on saanut sellaiset mittasuhteet, että se monessa suhteessa
on vakava paikallinen ongelma.

Kun Saimaan säännöstelytoimiston (vuodesta 1947 vesistöjen
säännöstelytoimisto) toimesta ryhdyttiin 1930-luvun lopulla
suunnittelemaan Oulujärven säännöstelyä oltiin tietoisia sii-
tä, että vyöryrannoilla ja koko vyörymisilmiöllä sinänsä
tuli olemaan keskeinen sija suunnitelman laadinnassa ja eri-
tyisesti tällöin säännöstelyn ylärajaa harkittaessa. Vyöry-
törmien luonne ja merkitys korostui välittömästi aloitetta-
essa Oulujärven rantatutkimusta alkukesällä 1938, jolloin
korkea tulva, vaikeuttaen myös kartoitus- ja vaaitustyötä,
vyörytti veteen maata jo jonkin aikaa levossa olleista tör-
mistä.

Tuntuman rantatörmien vyörymiseen tämän kirjoittaja sai v. 1939 siirryttyään Saimaalta Oulujärven ja Sotkamon reitin rantatutkimuksille. Erityistä huomiota herättivät vyöryrantojen erilaiset rantamuodot ja itse vyörytapahtuman eri vaiheet ja seuraukset. Ranta-asukkaiden kuvaukset vyörymien voimakkuudesta ja heidän yrityksistään kotirantojensa suojaamiseksi lisäsivät kiinnostusta vyörymisilmiöön. Jatkettaessa sodan jälkeen rantatutkimuksia Sotkamon reitillä tarjoutui tilaisuus suorittaa Oulujärvelläkin tarkistusmittauksia mm. siitä, miten kaksi vuotta aikaisemmin sattunut v. 1943 huipputulva oli vaikuttanut jo aikaisemmin mitattujen törmien tyviosien muotoon. Sotkamon järviolueella oli puolestaan mahdollista tehdä erityistutkimuksia rannan muodon kehitymisestä. Ajan mittaan kertyi myös varsin laaja puheena olevaa aihetta selvittävä valokuvakokoelma. Koska rantojen vyörymisestä rantatutkimustulosten ohella oli jo koossa monipuolista aineistoa, ja kun tällä ilmiöllä näytti olevan niin teknillisessä kuin tieteellisessäkin mielessä asianomaisia vesistöjä laajempikin merkitys, virisi tuolloin ajatus melko perusteellisen tutkimuksen suorittamiseksi vyöryrannoista. Laadinkin jo tätä varten yksityiskohtaisen tutkimusohjelman.

Vuonna 1950 tapahtui kohdallani työpäaikaan vaihdos siirryttyäni lainkäytön alalle toisen vesistötoimikunnan jäseneksi. Tällöin katkesi myös välitön kosketus puheena oleviin kohdealueisiin sekä kenttä- ja suunnittelutyöhön. Muuttuneet olosuhteet ja uudet tehtävät asettivat sanotunlaiselle tutkimustyölle monia, varsinkin ajankäyttöä koskevia rajoituksia. Niinpä, kuten monesti käy, asian kehittäminen jäi odottamaan soveliaampaa aikaa, mikä kohdallani merkitsi peräti eläkkeelle asettumista. Mutta tällöinkin ajankohtaisemmiksi osoittautuneet tehtävät ovat aiheuttaneet tuohon aikatauluun melkoisen viivästymän.

Kaavailemani tehtävät ajankohdan näin tuntuvalle siirtymisellä on ollut moninainen vaikutus esillä olevan aiheen käsittelyyn ja sisältöön. Menetyksenä on todettava se, että vuosien saatossa on viraston toimipaikka- ja organisaatiomuu-

tosten yhteydessä jouduttu hävittämään sellaistaakin, tuolloin tarpeettomaksi katsottua aineistoa, josta olisi voinut tietynlaisia kysymyksiä vielä lähemmin kehitellä ja tarkistaa. Ehkäpä olisi ollut mahdollista osittain käsitellä aineistoa uudestaankin nykyajan menetelmin. Sanottu seikka mm. merkitsi Höytiäisen ja Koitereen rantatörmien jättämistä vertailuaineistona tarkastelun ulkopuolelle. Hyötypuolelle tästä viivästymisestä on kylläkin luettava se, että nyt voidaan jo melkoisella luotettavuudella saada kuva siitä, miten vedenkorkeuksien muuttamisella voidaan vaikuttaa vyörymisilmiön kulkuun ja laajuuteen ja miten aikoinaan tehdyt otaksumat tässä mielessä ovat pitäneet paikkansa. Säännöstelynaikaiseen tilaan ei ole kuitenkaan tarkoitus enemmälti paneutua.

Ryhdyttyäni pitkän tauon jälkeen jatkamaan sanottua työtä on ollut tarpeen suorittaa tilanteen uudelleenarviointi. Tämä on johtanut siihen, että tutkimustavoitetta on aikaisemmasta sekä typistetty että kevennetty. Käytännössä tämä on merkinnyt sitä, että aiheen käsittelyssä ja esitystavassa on paljolti luovuttu tieteellisen tutkimuksen julkistamiselle yleisesti asetetuista vaatimuksista. Näin ollen en enää tohtisikaan puhua tutkimuksesta asiaa kokonaisuutena katsoen. Työni on pikemminkin selvitys - eräiltä osin vain selostus - luonnontilassa olevien Oulujärven ja Sotkamon reitin eräiden järvien rantojen vyörymisestä ja tähän liittyvistä kysymyksistä.

2 V E S I S T Ö J E M M E R A N T A E R O O S I O S T A

2.1 KASITTEIDEN SISÄLTÖ

Ranta-käsitteellä on eroavuutta siitä riippuen puhutaanko rannasta limnologisen vai geomorfologisen tutkimuksen yhteydessä. Tässä selvityksessä annetaan rannalle laajaulotteinen sisältö. Rantaan katsotaan kuuluvaksi koko se vyöhyke, joka tavalla tai toisella on veden ja sen liikkeiden vaikutuksen alainen. Vesialueella ranta ulottuu siis siihen syvyyteen, jossa ranta-aallokko vedenliikkeineen pystyy aiheuttamaan

järven pohjaan muodonmuutoksia. Maa-alueella rannan katsotaan yltävän niin korkealle kuin vesi - lähinnä tulva - aiheuttaa muutoksia rantavyöhykkeessä. Vyöryrannoilla rantaan sisältyy tällöin myös törmien yläpuolinen rannan rinne.

Rantaviivalla on puolestaan virallinen sisältö. Senaatin v. 1916 antamassa päätöksessä maanmittaustoimituksessa noudatettavissa ohjeissa oli määräys, että "rannat mitataan keskivedenkorkeuden mukaan". Vesilaissa säädetään vastaavanlaaisesti, että lakia sovellettaessa pidetään vesialueen rajana maata vastaan keskivedenkorkeuden mukaista rantaviivaa. Rantaviiva on siis karttoihin merkitty pysyvällä korkeudella oleva raja. Vesirajalla sen sijaan tarkoitetaan vallitsevan vedenkorkeuden ja maan yhtymäkohtaa, jonka paikka on siis muuttuva. Aallokon kuluttavaa vaikutusta rannikolla kutsutaan yleisesti abraasioksi, jonka latinalainen kantasana tarkoittaa irtiraapimista. Abraasio aikaansaa kerroksellisissa kivilajeissa jyrkän teitä ja törmii, joiden erilaisia lajeja edustavat eri maissa tavatut kliffit, klintit tai raukit. Eroosiolla, latinaksi uurtaminen, olemme puolestaan oppineet käsittämään lähinnä vesivirtojen aiheuttamaa pinnanmyötäistä maan kulutusta. Kielenkäyttöön näkyy kuitenkin olevan juurtumassa se, että eroosioksi luetaan myös tuulen, jääntyönnön ja myös aallokonkin vaikutus rantaan. Onkin mielenkiintoista havaita, että jo vuosisadan alkupuolella Oulujärven rantamuodostumia kuvaillut prof. Iivari Leiviskä on suomenkielisessä tekstiasussa pitäytynyt kummastakin edellä mainituista ilmaisuista ja puhunut vain rantojen vyörymisestä ja vyörytörmistä (1910, 1914). Hänen saksankielisessä julkaisussaan tavataan "Steilufer" (jyrkkä ranta) nimityksen ohella myös "Erosionufer" (1913). Saimaan vyöryrantoja koskevassa selvityksessään prof. Aaro Hellaakoski on yleensä puhunut abraasiosta ja abraasiotörmistä, mutta maininnut myös erodeerautuvista törmistä (1939). Tosin vyörytörmäkin esiintyy hänen tekstissään. Eräässä rantojemme tutkimustyötä koskevassa lehtikirjoituksessa on silloinen dos. Ilmo Hela käyttänyt yksinkertaisuuden vuoksi lyhyttä nimitystä rantaeroosio

sellaisesta kulutustyöstä, mikä nimenomaan meren - ja ilmeisesti myös järven - vaikutuksesta tapahtuu rannoilla (1952). Myös Oulun yliopiston Maantieteen laitoksella prof. Uuno Varjo ja fil. maist. Reijo Keränen näyttävät omaksuneen tämän yleisnimityksen juuri edellä sanotussa mielessä (1971, 1978). Oulujärven rantatutkimuksilla ja säännöstelysuunnitelmassakin puhuttiin yleisesti eroosiosta ja vyöry- tai eroosiotörmistä. Edellä lausutun nojalla näyttää olevan perusteltua pysyä rantaeroosio-käsitteessä silloinkin, kun kysymyksessä on aallokon aiheuttama maankulutus. Rantatörmän kohdalla käytetään kuitenkin vakiintuneita ja hyviä ilmaisuja vyöryminen ja vyörytörmä.

Vyörymisilmiön vaikutuspiiriin sisältyy myös törmän edustalla ja sivustallakin oleva vesialue tiettyyn rajaan saakka. Tällaista rantaosuutta kutsutaan seuraavassa vyöryrannaksi. Sen jäsentymiseen palataan kohdassa 2.4.

2.2 RANTAEROOSION ESIINTYMISMUODOT

Kallio- ja kivikkorantoja lukuunottamatta esiintyy järviemme rannoilla rantaeroosion enemmän tai vähemmän uurtamia porrastumia. Niiden muoto ja kehittyminen määräytyy paikallisista olosuhteista, ennenkaikkea maaperästä. Kivensekaista moreenimaata vesi ei pysty paljoakaan kuluttamaan, mutta tätä löyhemmässä maaperässä sekä hiesu- ja savimaissa vesi kuluttaa matalia pengermiä ja porrastumia, joiden siirtymä vuosien mittaan on kuitenkin varsin vähäinen. Valtaosa rannoistamme on näin muotoutuneita. Sanotunlaisen rantamuodon kehittymiseen ei tulvalla ole läheskään sellaista osuutta kuin kesäajan vedenkorkeuksien pysyvyydellä. Porrastuman jyrkkyyteen vaikuttavat maaperän ohella vesistön vedenkorkeussuhteet ja rannan edessä olevan vesialan - ulapan - laajuus. Rantaporrastuma katsotaan kartoituksessa yleensä rantaviivaksi, niin kuin asia useimmiten onkin.

Rantaeroosio saa jo toisen merkittävyyden rannan ollessa turvemaata. Varsinkin Oulujoen vesistölle on tunnusomaista sen

turveperäisten luhtarantojen kuluminen. Tulvalla ei tähän ole paljoakaan merkitystä, sillä tällöinhän nämä luhtaniityt ovat veden peittämät. Sen sijaan kesäaikana vesi jatkuvasti työstää pystyseinäisten porrastumien tyveä kaivaen niihin onkaloita. Osittain jään liikkeiden avittamina maalohkareita suistuu veteen, josta maa-ainekset hajonneina kulkeutuvat pois tai painuvat pohjaan "muhevaksi mulleikoksi", kuten eräs paikallinen ilmaisu kuului. Vaikka tämänlaatuinen rannan kuluminen on monesti saattanut olla taloudellisessa mielessä haitallisempaa kuin harjurantojen vyöryminen - olihan kysymyksessä aikoinaan tuottava niitty- tai laidunmaa - ei siihen ole yleisesti kiinnitetty läheskään samaa huomiota kuin vyörymisilmiöön. Tämä johtunee lähinnä siitä, että turverantojen kuluminen etenee hitaasti piilevänä, eikä se saavuta koskaan sellaista rajua muotoa kuin rantojen vyöryminen korkean tulvan aikana. Oulujärvellä tavataan luhtarantojen kulumista verraten suuressa määrässä. Turvepohjaisilla metsäalueillakin on rantojen kulumista jo kauan sitten tapahtunut. Tästä ovat todisteena Oulujärven monien suorantojen lahdelmissa tavatut varsin mittavien puurunkojen ja kantojen muodostamat murrokot. Edellä kuvattuun rantojen kulumiseen en tule selvityksessäni puuttumaan. Tämän eroosimuodon esiintuomisen tarkoituksena on ollut selventää aiheeni sisältöä ja rajausta.

Rantaeroosion ylivoimaisesti hallitsevin muoto on hiekka- ja hietaperäisten harjutörmien sortuminen veteen - niiden vyöryminen. Vyörymisen saama huomio piilee erityisesti siinä, että kysymyksessä on monesti yli kymmenenkin metrin korkuisen törmän äkillinen laukeaminen, maanmenetyksenkin saattaessa olla eräinä vuosina varsin huomattava. Selvitykseni rajoittuu vain tämänkaltaisen eroosioilmiön syiden ja vaikutusten tarkasteluun.

Vyöryviä törmäitä tavataan myös jokiemme harjurannoilla. Tällöin ei niinkään ole kysymys aallokon vaikutuksesta vaan virtaavan veden kulutuksesta. Tästä myös johtuu, että irronnut maa-aines kulkeutuu veden mukana pois, muodostamatta sanottavastikaan järvitörmän tapaan törmän edustalle rantatasanteita.

Sanotut törmämuodot eroavatkin lähinnä tässä mielessä toisistaan. Uusia vyöryviä törmii syntyy helpostikin voimalaitosten jyrkkärinteisiin hiekka- ja hietapitoisiin padotusaltaisiin. Tällaisia rantaosuuksia onkin jo syytä ennen vedennostoa vahvistaa. Jokivesistöjemme vyörytörmii ei selvitykseni tule koskemaan. Mainittakoon, että luonnonvarainen vyöryvä jokitörmä on antanut taiteilijalle kuva-aiheen v. 1964 ilmestyneeseen 5 markan postimerkkiimme. Siinä - tosin taiteilijan vapauksin - kuvattu törmä sijaitsee Aventajoen Ristikallion jokilaaksossa Kuusamossa.

2.3 VYÖRYRANTOJA KOSKEVISTA JULKAISUISTAMME

Vyörytörmii koskettelevasta vanhimmasta kirjallisuudesta on ennenkaikkeaa mainittava Kainuuta ja sen oloja kuvaavat julkaisut. Tuskin löytyy Oulujärveä koskevaa kuvausta, jossa eivät rantatörmät, etenkin Paltaniemen hautausmaan törmä ole vahvasti esillä. Erittäin antoisaksi Oulujärveä koskevaksi lähteeksi on osoittautunut runsaasti perimätietoa sisältävä O.A.F. Mustosen itsensä kustantama julkaisu "Tietoja Kajaanin kihlakunnasta ja etenkin Paltamon pitäjäästä"(1885). Tämä Oskar Anders Ferdinand oli varamaanmittari Ander Lönnbohm'in (aik. Mustonen) kymmenpäisen sisarussarjan vanhin lapsi, josta tehtiin myös sarjan kuopuksen 22 vuotta nuoremman Eino Leinon kummi. Paltaniemen Hövelöstä käsin O.A.F. Lönnbohm suoritti nuoruusaikanaan perinnetietojen keräystä, mutta tämän monitoimisen värikkään henkilön taival suuntautui aikanaan Kuopioon, missä hän 32 vuotta kestäneellä kansakouluntarkastajan urallaan suoritti rikkaan elämäntyönsä.

Oulujärvestä ja sen rantamuodoista on prof. Iivari Leiviskä laatinut valaisevan ja moni-ilmeisen kuvauksen. Tutkiessaan Perämeren rantamuodostumia ja hakiessaan vertailuaineistoa Oulujärveltä Leiviskä tutustui tämän järven ranta-alueisiin v. 1909 ja 1910. Tällöin hän tapasi vyörytörmät varsin aktiivisessa tilassa. Olihan tuolloin kulunut vain 10 vuotta v. 1899 huipputulvasta ja v. 1910:kin vallinnut tulva oli vain 30 cm tuota tulvaa alempi. Selvää oli että Leiviskän Oulu-

järven kuvauksessa rantojen vyöryminen ja siitä aiheutuvat rantamuodostumat saivat keskeisen sijan suomalaisen tiedeakatemian istunnossa 12.3.1910, jossa hän antoi jo lyhyen selostuksen Oulujärvestä ja sen erikoisista rantamuodostumista (1910). Varsinainen pääselvitys julkaistiin tiedeakatemian kustantamana saksankielisenä nimellä "Über den See Oulujärvi und seine Uferformen" (Oulujärvestä ja sen rantamuodostuksista) (1913). Tästä on aikakauskirjassa "Terra" julkaistu lyhenelmä "Oulujärvestä" (1914). Leiviskän selvitys käsittää aluekohtaisen kuvauksen Oulujärven erilaisista rantamuodoista, joista vyörytörmät ovat luonnollisesti saaneet erityisen huomion. Vaaituksia ja mittauksia ei Leiviskä kylläkään suorittanut, mutta hän esitti havainnoistaan oikeaksi osoittautuneita arviointoja rannan vyörymisen syistä ja tekijöistä samoin kuin maa-ainesten kulkeutumisesta järvessä. Varsin mielenkiintoisen vertailukohdan Oulujärven myöhäisempään tilaan tarjoavat hänen ottamansa monet valokuvat. Leiviskän julkaisun liitteenä on tuolloin käytettävissä olleen kartta- ja mittausaineiston pohjalta laadittu Oulujärven syvyyskartta, johon on merkitty mm. vyöryvät rantaosuudet. Rantamuotoja käsittelee myös Leiviskän tunnettu teos "Maanpinnan muodot ja niiden synty" (1925).

Runsaan puolivuosisataa aikaisemmin vedestä paljastuneiden hiekkasten saarien rantojen - niin vanhojen kuin uusien - muodostumia on lehtori A.R. Hellaakoski myös mittauksin tutkinut Höytiäisellä, joka laskuvaiheensa puolesta onkin tutkimusaiheeltaan varsin rikas. Tutkimus, nimeltään "Jouhtenisen saaren rantamuodoista Höytiäisellä", on julkaistu Terra-sarjassa (1915). Tiedemiesuralle antauduttuaan jatkoi fil. tri Aaro Hellaakoski edellä mainitun isänsä työtä tutkien rantamuodostumia pääosin Vuoksen vesistöissä. Eritoten häntä kiinnosti myös Saimaan järvialueen nimistö. Hän esittikin, että koko Saimaan allasta tulisi kutsua Sataseksi, joka Savonliman Kyrösvirran kohdalla jakautuisi Ala- ja Ylä-Sataseksi. Vyörytörmien tutkimukseen hän joutui paneutumaan v. 1939 heinäelokuussa Saimaan säännöstelytoimiston pyydettyä häneltä lausunnon siitä, miten suunniteltu Saimaan säännöstely tulisi vaikuttamaan vyöryrantojen kehitykseen. Hellaakoski kohdisti

tutkimuksensa Suur-Saimaan, Lietveden ja Punkaharjun seudun harjurantoihin, joista merkittävin on laaja Kylänniemi. Kaikkiaan hän vaaitsi n. 40 törmäleikkausta varustaen ne tarakoilla maalaji- ja kasvillisuusselityksillä. Tutkimustulosten yhteenvetona, 24-sivuisessa lausunnossaan Hellaakoski esitti tietoja vyöryrantojen eri vyöhykkeiden korkeuksista ja mitoista sekä selvitti myös vyörymisilmiön tekijöitä, valaisten asiaa myös lukuisin valokuvin. Tätä "Satasen vyörytörmistä" -nimistä selvitystä ei ole julkaistu, joten se ei ole yleisesti tunnettu (1939).

Oulujoen vesistön vyöryrantoja koskevia selostuksia sisältävät myös Suomen geologisen yleiskartan lehti C 4 Kajaani (Matti Sauramo, 1926) ja lehti D 4 Nurmes (K. Virkkala 1948) sekä näiden maalajikarttojen selitykset.

Vyöryrantoja koskevasta kirjallisuudesta puhuttaessa ei voida sivuuttaa vesistöjen säännöstelysuunnitelmissa, jotka ovat julkisia asiakirjoja, olevia vyörytörmiiä koskevia, tarkkoihin mittauksiloksiin perustuvia selvityksiä. Oulujärven säännöstelysuunnitelma on laadittu vesistöjen säännöstelytoimistossa, jonka johtajana oli dipl.ins. Viljo Castren (1945). Vyörytörmiiä koskevan aineiston on käsitellyt toimiston apulaisjohtaja dipl.ins. Eino W. Seppänen, joka on myös kirjoittanut vyörytörmiiä koskevan varsin laajan osan sanottuun suunnitelmaan. Sotkamon järviin ja Ontojärven säännöstelysuunnitelma on laadittu samassa toimistossa (1950). Siinä oleva vyörytörmiiä koskeva osa on tämän kirjoittajan kokoonpanema.

Oulujärven säännöstelynaikaista tilaa koskevaa, myös vyöryrantoihin kohdistuvaa tutkimustyötä on Oulun yliopiston Maantieteen laitoksessa suoritettu varsin runsaasti. Koska rantojen vyöryminen on säännöstelyn johdosta suuresti laantunut ja kun järven luonnonvaraisen tilan törmämuodotkin saattavat haitata uusia vedenkorkeussuhteita vastaavan aineiston kokoamisessa ovat törmien vyörymistä koskevat tutkimusedellytykset aikaisempaa rajoitetummat. Uusien tutkimusten pääpaino

on ollutkin vedenalaisen ja sen lähituntumassa olevan rantavyöhykkeen muodonmuutosten seuraamisessa. Puheena olevista tutkimuksista on prof. Uuno Varjolla kaksi saksankielistä julkaisua (1969, 1971). Pro gradu -tutkielmina on Jukka Häikiö laatinut selvityksen "Manamansalon rannoista" (1967) ja Reijo Keränen selvityksen "Glasifluviallisten kulutusrantojen morfologiasta" (1978). Fil. maist. Keräselle olen luovuttanut hänen hiekkarantojen morfologiaa sääteleviä tekijöitä koskevaa jatkotutkimustaan varten Oulujärven aineistoani. Oulujärveä koskevissa tutkimuksissa ei mielestäni ole aina osattu käyttää hyväksi säännöstelysuunnitelmien tarjoamaa vaaitus- ja kartoitusaineistoa. Tutkimusten lähdeluettelotkin puhuvat lausutun puolesta.

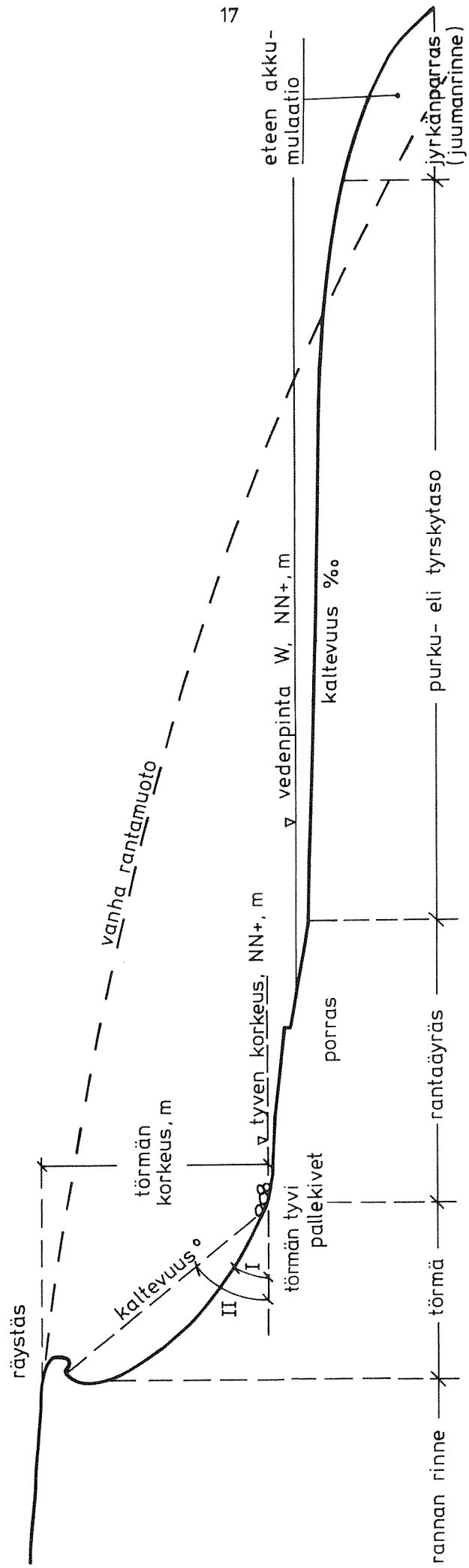
Tämän kirjoittajallakin oli valmiina ammattijulkaisuun tarkoitettu, monin valokuvin varustettu artikkeli "Oulujärven vyöryrannoista" (1946). Kun laajempi tutkimus oli parhaillaan suunnittelilla jäi tämä julkaisematta. Eräässä kirjallisuusluettelossa oleva tämän käsikirjoituksen laatimisvuosi 1980 on erheellinen. Suomen kuvalehdessä on kuitenkin julkaistu kuvallinen selostukseni "Tyrskyjen töitä" (1947).

2.4 VYÖRYRANNAN JÄSENTYMINEN JA NIMISTÖ

Vyöryranta jäsentyy useaan varsin tunnusomaiseen rantaviivan suuntaiseen vyöhykkeeseen, joille on vakiintunut melko yhdenmukainen nimistö. Oulujärven säännöstelysuunnitelmassa on nojaututtu Hellaakosken tutkimuksessaan käyttämien vyöhykkeiden nimityksiin, joita hän mainitsee geomorfologisessa kirjallisuudessa käytetyn (1939). Myös tämä selvitys eräin pienin poikkeuksin seuraa tuota nimistöä. Vyöryrannan kaaviokuva nimitykseen on esitetty piirroksessa 1. Tähän on myös merkitty muoto-opillisesti tärkeät mittauskohdat. Asiaa valaistakoon vielä lyhyellä selostuksella.

Rannan rinne on törmän yläpuolinen rantavyöhyke, jonka muotoon vyörymistapahtuma ei ole vielä vaikuttanut.

Vyöryrannan kaaviokuva ja nimistö



Vyörytörmä, tai tässä vain törmä, on se osa rannasta, jossa varsinainen vyöry, useasti eri vaiheina tapahtuu. Törmän jyrkkyys vaihtelee maalajista ja vyörymisen ajankohdasta riippuen. Sen alaosa on loivempi kuin yläosa ja törmän jyrkkyys voidaan ilmaista kahdella eri kaltevuudella. Törmän ja rinteän yhtymäkohtaan muodostuu useasti räystäs, jota pitää koossa puiden juuristo tai pintanurmi tahi turve. Milloin törmä on pitempään ollut lepotilassa ja saanut jo päälleen puustoa tai muuta kasvillisuutta ja sen tila näyttää jo vakautuneen, kutsutaan sitä kypsyneeksi törmäksi.

Törmän alataitetta, juurta, nimitetään törmän tyveksi. Sen korkeudella tarkoitetaan korkeustasoa (NN+), kun taas törmän korkeus on törmän tyven ja rinteän reunan pystysuora korkeusero metreinä ilmaistuna.

Törmän alapuolinen loivahko vyöhyke on rantaäyräs. Se on muulloin kuin aliveden aikana veden vaikutuksen alaisena. Vedekorkeuden pysyvyydestä riippuen rantaäyräseen voi muodostua portaita. Rantaäyrään yläosaan saattaa osittain jääntyönönkin vaikutuksesta kasautua kiviä, joita kutsutaan pallekiviksi.

Järvelle päin mentäessä rantaäyräs muuttuu laakeammaksi, monesti satoja metriä leveäksi tasanteeksi, purku- eli tyrskytasoksi. Ensiksi mainittu nimitys viittaa siihen, että tämä vyöhyke toimii alaspurkautuneiden maa-ainesten pysyvänä vastaanottajana. Tyrskytaso ilmaisee taas sen, että tällä alueella aaltoliike saa pohjakosketuksen ja -vedenkorkeudesta riippuen -yleensä kaatuu tällä tasolla tyrskyksi.

Purkutaso päättyy yleensä jyrkähkөөn rinteeseen, joka ulottuu järven luonnolliseen pohjaan saakka. Rinteän yläosaa on yleisesti ryhdytty kutsumaan osuvasti jyrkänpartaaksi. Oulujärvestä puheenollen olisi myös sopiva nimitys kainuulaisittain juumanrinne, sillä "juumanrinteeseenhan" kalastajat halukkaasti verkkonsa ja siimensa laskevat. Huomiota

herättää se, että Aaro Hellaakoski ei käyttänyt isänsä A.R. Hellaakosken Höytiäisen tutkimuksessa käyttämää nimitystä jyrkänparras (1915), vaan kutsuu tätä vastaavaa vyöhykettä vain eteenakkumulatioksi, jonka hän on maininnut usein rannalta puuttuvan (1939). Hän on tällä nimityksellä ilmeisestikin halunnut korostaa maa-aineksen jatkuvaa kasautumisaluetta. Jyrkänpartaan alapuolisesta osasta on käytetty nimitystä jyrkänrinne, joka päättyy jyrkentyveen (vrt. Keränen 1978). Näin syviin vesiin eivät tämän selvityksen mittautustiedot yllä.

Maa-aineksen kulkeutuminen ei rajoitu kuitenkaan vain varsinaisen vyöryrannan piiriin, vaan ainesta ajautuu pitkällekin po. rantaosuuden sivustoille muodostaen niissä veden yläpuolellekin yltäviä särkkiä tai säikkiä. Vedenpäällisiä ovat yleensä kynnäät, kaarrot tai kaarteet. Käsitteissä on murteellisia vaihteluita. Ne ovat pääasiassa aallokon kasaamaa vyöryainesta. Eräissä paikoin tavattavien, tuulien muovaamien dyynien maa-aines on suurelta osin peräisin vyörytörmistä.

3 T U T K I M U S - J A H A V A I N T O A I N E I S T O

Tämä selvitys pohjautuu varsin monenkaltaiseen, eri tavoin ja eri aikoina kertyneeseen aineistoon. Koska aineistoa joudutaan lähemmin tarkastelemaan asian yksityiskohtaisessa käsittelyssä riittänee siitä tässä yhteydessä vain tiivistetty katsaus.

3.1 SÄÄNNÖSTELYTUTKIMUKSET JA -SUUNNITELMAT

Säännöstelysuunnitelman laatimista varten tarpeelliset ranta-tutkimukset tehtiin Oulujärvellä v. 1938 ja 1939 Sotkamon järvillä v. 1939 ja 1945. Työn suorittivat säännöstelytoimiston rakennusmestarien johtamat tutkimusryhmät, joita v. 1939 oli seitsemän. Tutkimusta valvoi v. 1938 toimiston apulaisjohtaja Eino W. Seppänen ja v. 1939 ja 1945 tämän kirjoittaja.

Rantamittaus tehtiin 1:8 000 -mittakaavaiselle kartalle, kuitenkin niin, että pelto- ja niittyalueista tehtiin mittakaa-

vassa 1:4 000 oleva erikoiskartta. Vyöryvien rantojen kohdalla merkittiin niiden sijainnin ohella törmän päällä oleva tiuluslaji. Törmän muodon selvittämiseksi suoritettiin vaaitukset rantaäyräältä törmän päälle saakka 500 m välein tai, milloin tämä rantaosuus oli lyhempi, sen keskikohdalla. Vedenalaisella alueella ulottui syvyysmittaus kuten muuallakin korkeuteen NN+ 120,00 m. Oulujärvellä kertyi törmäleikkauksia kaikkiaan 152, Sotkamon järvillä 48. Leikkausten kohdilta otettiin myös maanäytteet törmän tyven vyörymättömästä osasta.

Oulujärven säännöstelysuunnitelma, jonka laatimisesta oli jo maininta luvussa 2, on päivätty 17.5.1945. Vyörytörmä koskevat osat ovat sivuilla 57-66, 151 ja 234-236, joilta käyvät ilmi tekstiin liittyvät taulukot ja piirroksiset. Törmien leikkauspiirrosten nojalla on 16:een vyöryalueeseen ryhmiteltynä suunnitelmassa esitetty keskimääräisiä tietoja vyöryrantojen tunnusomaisista korkeuksista ja mitoista. Suunnitelmaan on liitetty myös eräitä tyypillisiä törmän muotoja esittäviä leikkauksia. Maalajimäärityksiä on tuolloin tehty 18:sta leikkauksesta ja lisäksi kahden leikkauksen 10:stä näytteenä erään erityisselvityksen yhteydessä. Suunnitelmassa on myös havaintoja aallokon vaikutusrajusta ja vyörymisilmiötä koskevista seikoista sekä niin ikään myös ehdotuksia törmien vahvistamisesta.

Sotkamon järvien ja Ontojärven säännöstelysuunnitelma valmistui 25.4.1950. Vyörytörmä on käsitelty suunnitelman sivuilla 20-22, 86-87 ja 97-98 sekä näihin kohtiin liittyvissä karttoissa ja piirroksissa. Täydellisiä leikkauspiirroksia ei ole laadittu, vaan törmien keskeiset tiedot on kerätty vaaitustuloksista. Kuitenkin on suunnitelmassa esitetty eräitä leikkauksia, jotka kuvaavat vyöryvaiheita v. 1939-1945. Alueellisessa, 8 eri osa-alueella koskevassa yhdistelmässä on myös tiedot, paitsi vyörymiselle edelleen alttiina olevista, myös sekä luonnonvaraisesti suojautuneista että suojatuista törmistä.

3.2 VYÖRYTÖRMIEEN TÄYDENNYSTUTKIMUKSET

Jatkettaessa sodan jälkeen v. 1945 rantatutkimuksia Sotkamon reitillä tarjoutui tilaisuus suorittaa täydennystutkimuksia Oulujärvellä lähinnä sen seikan toteamiseksi, miten kaksi vuotta aikaisemmin vallinnut ja huomattavasti rantatörmiä vyöryttänyt korkea tulva oli vaikuttanut aikaisemmin vaaittujen törmien muotoon. Tällaisen tutkimuksen tein aikana 3-13.7.1945. Tuolloin vaaittiin suunnitelmaan merkityn törmäleikkauksen kohdalta törmän alaosan korkeussuhteet ja etenkin tyven korkeus. Samalla otettiin maanäytteet sellaisista leikkauksista, joista ei oltu aikaisemmin näytettä otettu. Kun jo mainitun kesän tulva pystyi aikaansaamaan vyöryä eräissä törmissä, paljastuivat ne rantaosuudet, jotka ovat ilmeisesti altteimmat vyörymiselle. Tällä matkalla kertynyt aineisto muodostaa törmän tyven korkeustietojen osalta selvitykseni keskeisimmän osan koska tällöin tehdyt vaaitukset eri osissa Oulujärveä on tehty samankaltaisissa olosuhteissa. Sanottujen tutkimusten ohella rajattiin vyöryrannat, Sotkamon järvien tapaan, sen mukaan, miten ne olivat luonnonvaraisesti suojautuneet tai niitä oli onnistuttu suojaamaan.

Vuoden 1945 tulvan tavoittellessa kesäkuun puolivälin tienoil-la tyvenkorkeudeltaan alimpia törmä näytti mahdolliselta seurata vaaituksin vyörymisen kulkua. Tässä mielessä valitsin Sapsojärvellä yli 20 törmäkohdetta, joissa toistuvien väliajoin oli tarkoitus tehdä vaaitusmittauksia. Vaikkakaan tulva tässä tutkimusmielessä ei noussutkaan odotetulle tasolle, toivat nämä tutkimukset osaltaan lisävalaistusta etenkin maa-lajien vaikutuksesta vyöryvän törmän muodonmuutoksiin.

3.3 ERITYISTUTKIMUKSET

Rantaäyräällä tavattavat veden kuluttamat porrastumat tuovat eittämättä mieleen ajatuksen siitä, miten voimakasta tämä eroosio on, ja uurtautuuko vesi ennenpitkää törmän juurelle aloittaen vyöryttämisen. Asian merkitys korostuu ajateltaessa säännöstelyä, jolloin vettä joudutaan vuosittain pidätte-

lemään lähes samalla korkeudella - ylärajalla - verraten pitkäänkin. Kun kesällä 1939 tukikohtani läheisyydessä Sotkamon Hiukalla tällainen rantaeroosio oli meneillään, kiinnitin neljään eri kohtaan rantaäyräälle havaintolinjat, joissa viikon välein suoritin vaaitukset. Olosuhteet suosivat tätä tutkimusta, johon palataan jäljempänä, sikäli, että vedenkorkeus pysytteli lähes 2 kk likipitäen samalla korkeudella.

Vyörymisilmiön kannalta on merkitystä myös sillä, miten puusto ja pensasto voi vedenkorkeussuhteiden puolesta viihtyä törmän edessä olevalla rantaäyräällä ja miten törmä voi tätä kautta saada suojaa aallokolta. Tällöin eri puulajit ja pensaats, tässä tapauksessa lähinnä harmaaleppä ja paju voivat elinvoimaisina kestää kesvupaikalla vesikatetta (-peittoa). Metsän alarajan korkeuteen on säännöstelysuunnitelmissa kiinnitetty paljon huomiota. Rantatutkimuksissa tätä selvittävät tiedot kerättiin määrävälein ns. metsäkorteille. Näin kertyneen aineiston nojalla oli mahdollista määritellä puulajien yleisyys eri korkeustasoilla. Saadakseni asiaan vielä lisävalaistusta tein v. 1945 vaakituksia sellaisilla kohdilla, joissa tapasin lepikkoa ja pajukkoa rantaäyräällä.

3.4 TÖRMIEN SUOJAAMISKOKEILUT

Vyörytörmien suojaamista ovat ranta-asukkaats yrittäneet monin keinoin, yleensä huonoin tuloksin. Tietyissä olosuhteissa ovat onnistuneeksi ratkaisuksi osoittautuneet rantaa vastaan kohtisuoraan pääasiassa kivistä rakennetut suisteet eli johteet, joiden tarkoituksena on hiekan kerääminen törmän suojaksi. Tällaisten rakenteiden vaikutuksesta on suoritettu mittauksia v. 1945 sekä Oulujärvellä että Nuasjärvellä.

Kun rantasuisteiden käyttömahdollisuuksista oli paikallaan saada lisävalaistusta rakenteiden ollessa myös näitä esikuviaan kevytrakenteisempia, teetti vesistöjen säännöstelytoimisto v. 1948 Manamansalon länsirannalle kaksi puurakenteista suistetta, joiden vaikutusta tarkkailtiin seuraavina vuosina.

Rantojen vahvistamiskokeilujen piiriin on oikeastaan luettava vielä ne leppäistutukset ja suisteiden rakentamiset, joita säännöstelytoimiston toimesta v. 1950 tehtiin 31:een kohtaan Oulujärveä, joiden törmät olivat arkoja vyörymiselle. Tämän työn yksityiskohtaista selostusta ei ole löytynyt toimiston arkistosta, minkä johdosta toimenpiteitä koskevat tiedot perustuvat paljolti työtä johtaneen rakennusmestarin muistikuvaan ja myöhemmin tehtyihin havaintoihin.

3.5 SÄÄNNÖSTELYN AIKAINEN AINEISTO

Säännöstelyluvan saaminen edellyttää monivaiheista vesioikeudellista käsittelyä, jossa kertyy myös runsaasti järvien luonnonvaraista tilaa koskevaa selvitystä. Joudutaanhan säännöstelyn vaikutuksia vertaamaan aikaisempaan olotilaan. Tästä syystä on paikallaan pääpiirteittäin kosketella tätä uutta-kin tilaa ja käydä läpi säännöstelyn hallintaa ja hoitoa koskevat vaiheet.

Valtion vesivoimatoimikunnan (9.3.1950 saakka koskitoimikunta), jonka alainen vesistöjen säännöstelytoimisto oli, hakemuksesta vesistötoimikunta antoi valtiolle väliaikaisen luvan Oulujärven vedenjuoksun säännöstelyyn päätöksessään lausumin lupaehtoin. Päätöstä oli edeltänyt silloisen lain edellyttämä valmistava käsittely suunnitelman tarkastamista, yrityksen vaikutusten arvioimista yms. varten. Säännöstely aloitettiin 1.11.1951 senjälkeen, kun säännöstelyn vaatimat työt oli loppuunsaatettu ja korvaukset maksettu.

Vesilain tultua voimaan v. 1962 Pohjois-Suomen vesioikeus määräsi 28.7.1962 Oulujärven säännöstelyasian täydentävään katselmustoimitukseen lähinnä säännöstelyn vaikutusten selvittämiseksi. Toimitusinsinööri Pentti Sipilän pyynnöstä säännöstelytoimisto suoritti monia, mm. rantaeroosiota koskevia lisätutkimuksia. Katselmuskirjan sivuilla 27-28 on kosketeltu rantatörmien kulumista ja vyörymistä ja esitetty tuloksia tätä koskevista vaaituksista v. 1963 ja 1969. Toimitusmiesten lau-

sunto on päivätty 16.4.1971. Vesioikeus antoi säännöstelyhakemuksesta lopullisen päätöksen 5.12.1974. Tästä tehtyihin valituksiin korkein hallinto-oikeus antoi päätöksensä 16.2.1976.

Säännöstelyn aloittamisesta lähtien säännöstelytoimisto on suorittanut tarkkailua rantaeroosion kehittymisestä. Tätä varten on useana vuonna kartoitettu erityisesti vyörymiselle alttiita rantaosuuksia sitomalla ne kiinteisiin mittauslinjoihin mahdollisesti tapahtuvien vyörymien laajuuden toteamiseksi. Vyöryrantojen tilasta ja rantojen kulumisesta sekä myös rantojen suojaamista koskevista kysymyksistä on säännöstelytoimiston taholta vesioikeudellisessa käsittelyssä annettu selvityksiä ja esityksiä.

Vesivoimatoimikunta valtion siihen valtuutettuna ja Oulujoki Osakeyhtiö tekivät 10.4.1970 sopimuksen, jonka mukaan valtio muun ohella luovutti yhtiölle Oulujoen säännöstely-yrityksen kaikinpuolisen hoidon ja käytön. Vesiasioiden hallinnollisen keskittämisen yhteydessä siirtyivät tässä asiassa vesivoimatoimikunnan oikeudet ja velvollisuudet vesihallintoviranomaisille. Valtioneuvoston päätöksen 17.12.1970 mukaan Oulujoen vesistön säännöstelyn lupa-asia siirtyi 1.7.1970 perustetun vesihallituksen hoidettavaksi.

Oulujoki Oy:n toimesta on jatkettu järvien rantojen tilaa koskevaa tarkkailua mm. rakentamalla tarpeen mukaan edellämainittuja mittauslinjoja. Oulujärven alueella on tehty v. 1975 ja 1981 kaikkien rantojen tilaan kohdistuva tarkastus, jossa merkittiin kartalle kaikki ne rantaosuudet, joissa rantaeroosiota oli havaittavissa ja tekemällä merkinnät myös rannan laadusta ja kulumisen voimakkuuden asteesta.

Sotkamon järvien ja Ontojärven säännöstelyasiassa vesivoimatoimikunta haki 30.5.1950 vesistötoimikunnalta valtiolle sekä väliaikaista että lopullista lupaa hankkeen toteuttamiseksi esittämänsä suunnitelman mukaisesti. Vesistötoimikunta antoi

lopullisen luvan asiassa 11.2.1960. Säännöstelyyn ryhdyttiin välittömästi korkeimman hallinto-oikeuden annettua 20.3.1961 päätöksensä tehtyihin valituksiin. Tässä vesioikeudellisessa käsittelyssä ei rantojen vyörymisen osalta tullut olennaista uutta esille.

Vaikka tehtäväkenttäni rajoittuukin vain järvien luonnonvaraisen tilan tarkasteluun, ei voi välttyä luomasta yleispiirteisestä käsitystä siitä, miltä nyt säännöstellyt järvet, etenkin vyöryrantojen kohdalla, näyttävät. Avartaahan tämäkin tieto osaltaan vyörymisilmiön luonteen ymmärtämistä. Paljas mielenkiintokin asiaan herättää halun saada kuva järvien nykytilasta. Tilaisuus tähän tarjoutuikin kesällä 1975, jolloin kolmella eri matkalla tutustuin Oulu-, Nuas- ja Sapsojärvellä sellaisiin alueisiin, joissa vyöryminen oli aikoinaan ollut voimakasta tai joissa rantojen suojauksen kannalta oli erityistä mielenkiintoa. Mittauksia en tuolloin tehnyt, mutta tallensin kuitenkin havainnot ja näkymät lukuisille värikuville.

3.6 MUU AINEISTO

Selvityksessä käytetyt vedenkorkeus- ja tuulisuhteita koskevat tiedot perustuvat ao. toimistojen ja laitosten vedenkorkeusasemilla ja sääasemilla tehtyihin havaintoihin. Havaintoarvot on saatu näiden julkaisemista vuosikirjoista, mutta myös suoraan annettuina tietoina. Rantatutkimusten aikana tehtiin myös omia vedenkorkeushavaintoja. Säähavainnot ovat Kajaanin asemalta, joka sijaitsee tutkimusalueen keskellä.

Rantatutkimuskartoista on ollut jo edellä puhe. Yleiskarttoina olivat tuolloin vain mittakaavassa 1:100 000 oleva ns. taloudellinen kartta ja 1:400 000 -kaavainen Suomen yleiskartta. Nykyisin jo käytössä olevat peruskartat olisivat monesakin suhteessa helpottaneet silloista asian käsittelyä ja esittämistä, ja ne olisivat saattaneet vaikuttaa käytettyyn nimistöön ja ehkä alueellisiin jakoihinkin. Niihin tutustuminen on ollut perin kiintoisaa ja niillä on luonnollisestikin ollut tärkeä merkitys pannessani selvitystä kokoon.

Keskeiseksi perusaineistoksi katson myös sen monipuolisen tietolähteen, joka on koostunut eri yhteyksissä ranta-asukkaiden haastatteluista ja juttutuokioista. Kertomukset ovat kosketelleet etenkin rantojen vyörymisen eri vaiheita ja tapahtuneita maanmenetyksiä, jotka tiedot ovat monesti jo aikaisemmilta sukupolvilta periytyneitä. Varsin painokkaasti ovat olleet esillä myös rannan suojaamisesta saadut kokemukset ja tätä koskevat havainnot. Nämä ovat antaneet runsaasti herätteitä rantojen suojaustoimenpiteitä suunniteltaessa.

Vyöryalueista ja vyörymistapahtumaan liittyvistä aiheista on vuosien mittaan kertynyt varsin laaja valokuvakokoelma. Säännöstelysuunnitelmaankin on valokuvia liitetty. Rantaeroosion tapaisen ilmiön havainnollistajana ja muistikuvien kirjaajana on valokuvilla ensiarvoinen merkitys. Tässä tapauksessa on vielä kysymys menneestä - palautumattomasta - järvien tilasta, jota nuorempi polvi ei ole itse voinut todetakaan. Luetteloitujen, vyörymisaihetta esittävien mustavalkoisten valokuvieni määrä lähentelee 300:aa. Näistä on selvitykseeni voitu ottaa noin neljännes. Aihieryhmittäin koottuna kuvat selostuksineen luovat tiivistelmän tekstin kertomasta.

4 YLEISKUVAUS TUTKIMUSALUEESTA

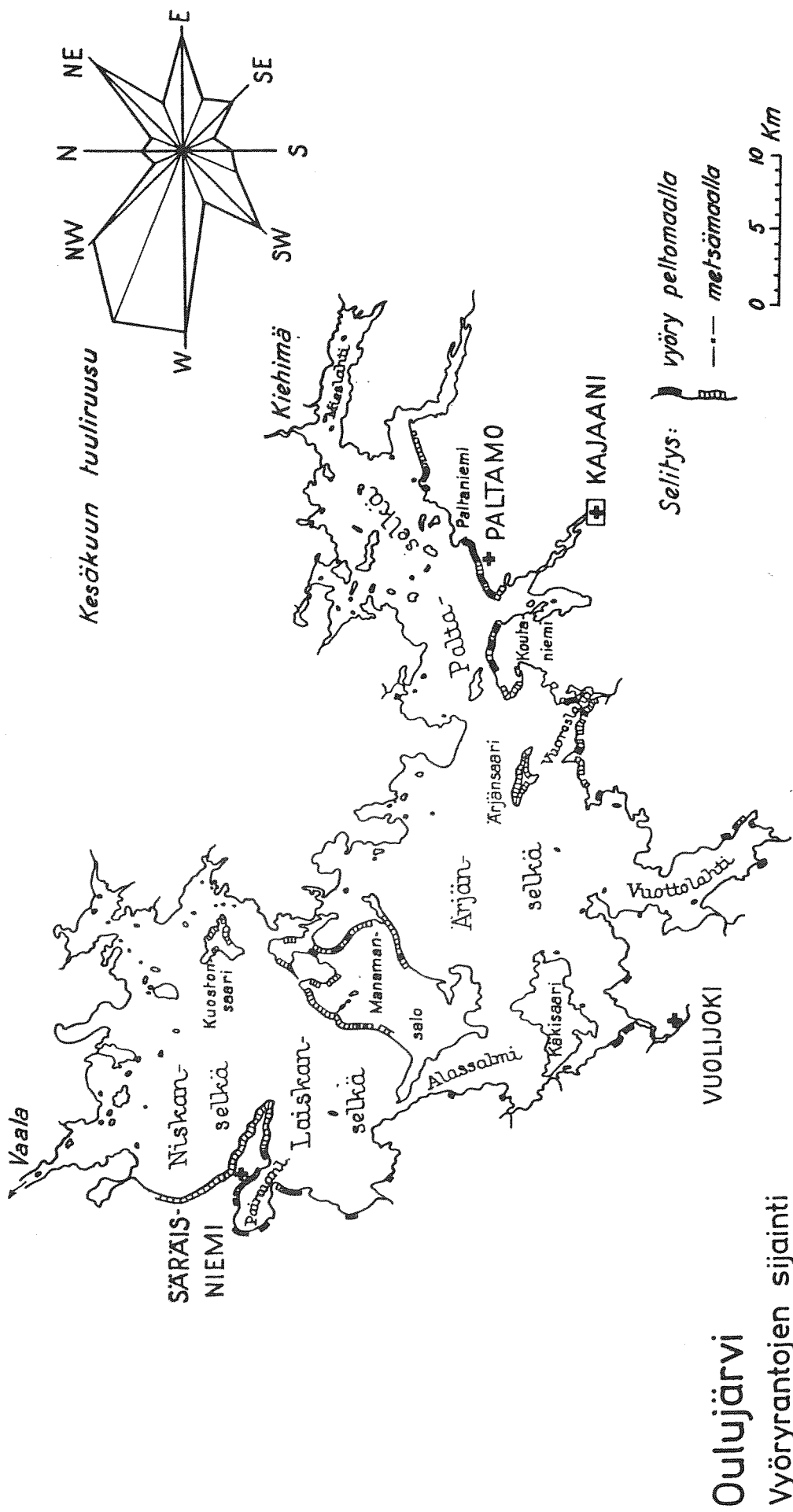
4.1 VESISTÖSELOSTUS

Oulujoen vesistön keskusjärvi on Oulujärvi, johon koillisesta laskee Hyrynsalmen reitti ja idästä Sotkamon reitti. Oulujärven pinta-ala on keskiveden korkeudella 928 km². Järvessä on rantaviivaa 920 km, josta saarien osalle tulee 340 km. Vaikka Oulujärvi on suurten ulapoiden järvi on siinä yli aarin suuruisia luotoja ja saaria n. 500, näistä suurin osa järven pohjoislaidalla. Oulujärven katkaisee 74 km² suuruinen Manamansalo. Tämän länsipuolella on laaja Niskanselkä, jonka luoteispäästä Oulujoki lähtee, ja Laiskanselkä. Näitä selkiä erottaa lännestä työntyvä pitkähäkö Säräisniemi. Manamansalon itäpuolella avautuu avara Ärjänselkä, jota hallitsee harjuinen

Ärjänsaari. Tästä itäänpäin on vielä pitkänomainen Paltaselkä, jonka eteläpäähän virtaa Sotkamon reitin laskujoki, Kajaaninjoki. Oulujärven ulapoiden laajuus on useaan suuntaan 15 km:n tienoilla. Oulujärvi näkyy karttakuvana piirroksissa 2 ja 3.

Kajaaninjoen n. 15 km:n pituinen putous on porrastettu kahteen voimalaitokseen. Näiden yläpuolella on Sotkamon reitin suurin, n. 25 km pituinen järviallas, joka koostuu Rehjänsestä ja itäisemmästä, leveän salmen erottamasta Nuasjärvestä. Niiden yhteinen pinta-ala on 98 km^2 . Seuraavassa näistä se- listä käytetään nimitystä Nuasjärvi. Nuasjärven itäpäähän laskiessaan reitti kuristuu vuolasvirtaiseksi Tenetinvirraksi, jossa on putousta keskiveden aikana n. 0,25 m. Virran yläpuolella on Pirttijärvi, jonka eteläpäähän liittyy Hirvisalmen kautta Sapsojärven ja Kiantojärven haara, joiden järvi- ala on 41 km^2 . Vyöryrantojen kannalta vain Sapsojärvellä on merkitystä. Pirttijärvi on Kaitainsalmen kautta yhteydessä kapeah- koon Kiimasjärveen, jonka itäpäähän laskee voimalaitoksilla porrastettu Ontojoki. Tässä selvityksessä käytetään edellä- mainituista, yhteiseltä vesipinta-alaltaan 190 km^2 suuruisista Sotkamon reitin järvistä yhteisnimitystä Sotkamon järvet, kuten on tehty säännöstelysuunnitelmassakin, koska ne sijaitsevat lähes kokonaan Sotkamon kunnan alueella. Sotkamon jär- viä esittää piirros 4.

Oulujärvestä on laadittu v. 1904-1907 tehtyihin rantaviivan mittauksiin ja luotauksiin perustuva mittakaavassa 1:50 400 oleva merikartta, jossa lähtökohtana on vedenpinnan korkeus NN+122,56 eli likimain keskiveden korkeus. Tämän kartan ja ns. taloudellisen kartan pohjalta on Iivari Leiviskä laati- nut edellä kerrotun 1:100 000 -mittakaavaisen Oulujärven kar- tan, johon syvyystiedot on merkitty 3 metrin syvyyskäyrin. Kartasta voidaan todeta, että Oulujärvi on suhteellisen ma- tala järvi. Sen keskisyvyys on alle 10 m. Suurin syvyys, 34 m, saavutetaan pienellä alueella Ärjänselän keskellä. Nis- kanselällä ja Laiskanselän puolella suurin syvyys on vain 26 m tienoilla. Silmävaraisesti arvioiden näyttäisi syvyys- vyöhykkeiden perusteella siltä, että vajaa kymmenes Oulujär-



Oulujärven vyörytörmät vuonna 1945

Vyöryalueet 1. - 16.

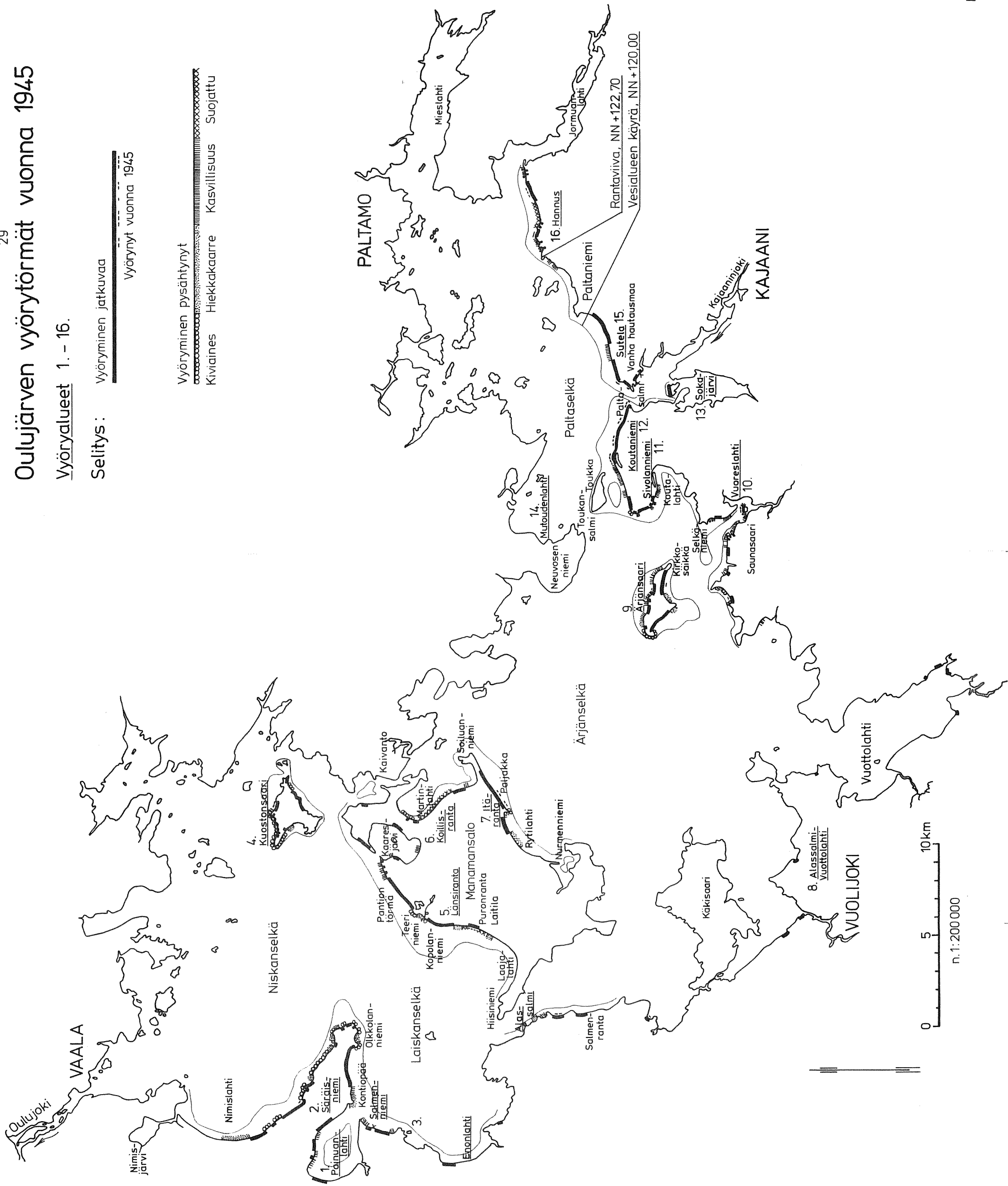
Selitys:

Vyöryminen jatkuvaa

Vyörynyt vuonna 1945

Vyöryminen pysähtynyt

Kivaines Hiekkakaarre Kasvillisuus Suojattu



ven pinta-alasta on 15 m syvempää. Varsin selvästi käy kartasta ilmi vyöryrantojen edustan- purkutason- mataluus. Oulujärvestä on v. 1955 julkaistu uusi 3-osainen mittakaavassa 1: 40 000 oleva merikarttasarja, joka pohjautuu v. 1951 luotaukseen ja osittain myös edellä mainittuihin mittauksiin.

Rantavyöhykkeen syvyys-suhteista on varsin tarkka selvitys säännöstelysuunnitelmien rantakartoissa ja pinta-alayhdistelmissä. Tutkimushan ulotettiin korkeustasoon NN+120,00 eli 2,70 m rantaviivan alapuolelle. Pohjan korkeuskäyrät "haettiin" vaaituslataalla 0,5 m välein vallitsevaan vedenkorkeuteen perustuen mittaamalla vastaavat etäisyydet vaaituskoneella. Sano- tulle korkeusvälille kertyi vesipinta-alaa 171 km², mikä on 18,5 % Oulujärven alasta. Kun otetaan huomioon, että järves- sä on jyrkkiäkin rantaosuuksia, kuvaa tuo osuus rantojen yleistä mataluutta.

Sotkamon reitin järvistä ei merikarttoja ole laadittu. Täällä on tyydyttävä vain niihin syvyystietoihin, jotka Oulujärven tapaan on saatavista rantatutkimuksista. Vyörymisilmiön kan- nalta vain näillä tiedoilla on merkitystä.

4.2 GEOLOGINEN KEHITYS JA MAAPERÄ

Oulujärven seutu vapautui mannerjäätiköstä vajaan 500 vuoden kuluessa yli 9000 vuotta sitten kuroutuen maankohoamisen joh- dosta järvioltaaksi n. 1000 vuotta myöhemmin (Koutaniemi ja Keränen 1983). Vuokatin tienoilla on jäätikkö ilmeisesti muo- dostanut patoumajärven, koska Sotkamon vaarojen vanhat ranta- muodot ovat ylempänä kuin Oulujärven pohjoispuolella, jossa selviä rantatörmän merkkejä on tavattu n. 170 m merenpinnan yläpuolella (Sauramo 1926). Jään sulamisen seurauksena ovat syntyneet mm. lajittuneista maa-aineksista muodostuneet har- jujaksot, joissa rantojen vyörymistä erityisesti tapahtuu. Tämänkaltaiseen selvitykseen olisi kai paikallaan enemmänkin koota tietoa tutkimusalueen geologisesta synnystä ja kehityk- sestä. Koska tästä kysymyksestä Oulujärven alueen kohdalla näyttää geologien kesken ilmenneen melkein pä oppiriidaksi

katsottavia käsitysten eroavuuksia ja kun viime vuosien edellä viitattut tutkimukset ovat tuoneet esiin uusia näkökantoja, rajoittukoon kehityshistoriallinen katsaus vain edellä kerrottuun.

Oulujärven rantojen kehitys, etenkin Manamansalon kohdalla antaisi varmaan aiheen monenkinlaisiin morfologisiin tutkimuksiin. Ne voisivat kohdistua esimerkiksi tämän vedestä kohonneen hiekkaisen saaren harjanteiden, rinteiden ja laakioiden kehitykseen samoin kuin korkeiden rantavallien ja niemekkeiden synnyn selvittämiseen. - Mielenkiintoisen tutkimuskohteen tarjoaisi myös Manamansalossa Oulujärvestä runsaan 0,5 km etäisyydellä ja n. 7 m tätä ylempä olevan Heikanlammen Venäläistörmän 16.6.1943 sattunut maanvieremä 12 päivää Oulujärven erittäin korkean tulvahuipun jälkeen.

Oulujärven tienoon maaperästä saa hyvän kuvan mittakaavassa 1:400 000 olevien Suomen geologisten yleiskarttojen lehdiltä ja näiden selityksistä (Sauramo 1926, Virkkala 1948). Tässä yhteydessä on huomiota kiinnitettävä siihen harjujaksoon ja sen sivustoihin, joka Rokuanvaaralta lähtien tavoittaa Säräisniemen vajaan 2 km ja Manamansalon n. 3 km levyisenä vyöhykkeenä. Ärjänsaari ja Koutaniemi ovat myös tätä harjumuodostumaa. Samaa harjujaksoa tavataan edelleen Nuasjärven pohjoisrannalla ja erittäin hallitsevana se esiintyy Sotkamon keskustanseudulla. Sanotun harjujonon eräänä erityispiirteenä on, että se poiketen harjujen yleisestä suunnasta on Oulujärven ja Nuasjärven kohdalla melkein länsi-itä suuntainen. Harjun maa-aines on pääasiallisesti melko hyvin lajittunutta hiekkaa ja hietaa. Kiviä siinä on näkyvissä lähinnä vain Säräisniemen pohjoissivulla ja Manamansalon sekä Ärjänsaaren eräissä niemekkeissä. Lähes koko harjun pituudelta maalaji on pohjoissivulla karkeampaa kuin eteläreunalla.

Maalajikartoilta käy myös ilmi, että harjun sivustoilla on vaihtelevin leveyksin hiekkaisia ja hietaisia alueita, joiden rannat osoittautuvat harjurantojen tapaan herkeksi vyörymään. Oulujärven etelärannalla on monessa kohdin hiesu- ja savi-

pitoisia alueita, joiden rantatörmät ovat myös alttiita vyörymiselle. Kun nämä rantaosuudet ovat verraten lyhyitä ja niiden törmät matalahkoja, ovat ne vyörymisilmiön kannalta jääneet vähemmälle huomiolle kuin harjujen törmät. Nyt puheena olevien järvien rannoista suurin osa on moreeni- ja turvemaata. Vyöryalueiden maaperää käsitellään lähemmin jäljempänä.

4.3 VEDENKORKEUSSUHTEET

Oulujärven ja Sotkamon järvien vedenkorkeussuhteita kuvaa seuraava, tunnusomaisia vedenkorkeuksia esittävä asetelma:

	Ylin vesi	Keskiylivesi	Keskivesi	Keski-alivesi	Alin vesi
	HW	MHW	MW	MNW	NV
Oulujärvi	124,20 ₋₉₉ (123,98 ₋₄₃)	123,23	122,56	122,07	121,70 ₋₀₂ (121,76 ₋₄₂)
Nuasjärvi	138,67 ₋₄₃	138,08	137,40	136,95	136,59 ₋₄₂
Kiimasjärvi (Sapsojärvi)	139,48 ₋₄₃	138,48	137,64	137,06	136,89 ₋₄₁

Yllä esitetyt, samoin kuin muutkin tämän selvityksen korkeusarvot ovat NN-tasossa, johon myös rantatutkimukset perustuvat. Vedenkorkeustiedot ovat silloisen hydrologisen toimiston asteikkojen havaintoarvoja, joista on yhdistelmät toimiston vuosikirjoissa. Keskiarvoluvut ovat pääasiassa havaintojaksolta 1911-1940, kun taas ylimmän ja alimman veden korkeudet on havaittu tähän jaksoon kuulumattomina vuosina. Oulujärven vedenkorkeudet on saatu eri asteikkojen havaintojen vertailuilla. Eräissä havaintosarjoissa on katkoja, joten arvot eivät ole täysin vertailukelpoiset. Likimain Oulujärven vedenkorkeutta ilmaisevia tietoja on kylläkin saatavissa jo vuodesta 1863 lähtien Ämmänkosken asteikolta (nro 30) ja vuodesta 1896 Vaalan asteikolta (nro 35). Nämä asteikot ovat kuitenkin virtaavassa uomassa. Esimerkiksi v. 1943 ylin vedenkorkeus oli Ämmänkos-

ken asteikolla Oulujärven ylintä vettä 13 cm korkeampi, Vaalan asteikolla taas 45 cm alempi. Kun Sapsojärvässä ei ole ollut asteikkoa, on asetelmaan otettu Kiimasjärven vedenkorkeudet, jotka virtaamasta riippuen ovat n. 1-3 cm Sapsojärven vedenkorkeuksia ylemmät.

Vedenkorkeusarvot osoittavat järvien äärivaihteluiden olevan 2,5 m suuruusluokkaa. Suurin se on Kiimasjärvässä, 2,59 m, mikä johtuu ahtaan Tenetinvirran padottavasta vaikutuksesta. Ylin vesi (1943) nousi keskiveden yläpuolelle eri järvissä 1,42, 127 ja 1,84 m asetelman mukaisessa järjestyksessä. Vyörymisen kannalta merkityksellisiä tulvakorkeuksia käsitellään lähemmin kohdassa 7.2.

5 VYÖRYRANNAN YLEINEN MUOTOUTUMINEN

Vyörymistapahtumaan kuuluu useammanlaatuisia vaihteita, joista riippuu vyöryrannan eri vyöhykkeiden muotoutuminen. Ennen siirtymistä vyöryalueiden alueelliseen kuvaukseen ja törmä-
rannan muoto-opilliseen selvittelyyn on paikallaan näiden taustaksi käydä läpi vyörymisilmiön päävaiheet seurauksineen.

5.1 TÖRMÄN KULUMINEN JA VYÖRYMINEN

Veden noustua järvässä keskiyliveden yläpuolelle, jolloin voidaan jo puhua korkeasta tulvasta, saavuttaa vesi tietys-
sä vaiheessa törmän tyven. Jos tuulta ei paljoa ole ja ranta-
vesikin on matalaa, ei aaltoilu pysty törmää sanottavastikaan kovertamaan. Tutkimuksen mukaan (F. Hjulström 1935, Wäre 1948) lajittunut maa-aines on herkinä eroosiolle hiekka- ja hieta-
lajitteen rajakohdan tienoilla. Eroosiota aiheuttava veden virtausnopeus on tällöin n. 15 cm/s. Raekoon pienetessä ja suuretessa maaperän kulumiskestävyys lisääntyy niin, että sanotut lajitteet voivat kestää jo virtausnopeuden 40 cm/s. Hiesumaassa eroosiota tapahtuu veden virtausnopeudella 40-200 cm/s ja savessa vasta viimeksi mainitun raja-arvon yläpuolella. Pienessäkin aallokossa voi sanottuja arvoja suurempia vedenvirtauksia jo esiintyä, saati sitten tapauksissa, jossa aallokko kaatuu törmän juurella tyrskyksi. Koska nyt

puheena olevien järvien tulvat ovat pitkäaikaisia-Oulujärvellä 10 cm korkuisen tulvakummun kestävyys on n. 2 viikkoa - sattuu tulvakaudelle aina sellaisia tuulia, jotka saavat aikaan törmän kuluttamiseksi riittävän kovan aallokon.

Aluksi vesi uurtaa törmän tyveen eroosioloven, joka erottuu selvimmin tiivisperäisessä maassa. Lopulta törmän tasapaino järkkyy, jolloin tavallisesti osa törmän tyviosasta laukeaa ja sortuu veteen. Törmä jää tältä osin monesti lähes pystysuoraksi seinämäksi, jossa muodossa se voi pysyä verraten pitkäänkin, jos aallokko jättää sen rauhaan. Kysymyksessähän on kovan paineen alaisena vuosituhansia häiriöttömässä tilassa ollut maa-kerros. Tällainen vyörytilanne voi uusiutua useastikin saman tulvan aikana, joskin törmän juurelle valunut maa-aines aina jonkin aikaa hillitsee vyöryä. Eräässä vaiheessa, tulvan jälkeenkin, jyrkkä seinämä laukeaa, jolloin törmän vyöryminen voi ulottua sen yläreunaan saakka. Hiekka- ja hietamaan törmässä voimakas vyöry muodostaa kartiomaisen vyörykeilan, jonka alareuna ajautuu rantaäyräällä entistä törmän tyveä alemmaksi. Tällöin suoritettu törmän tyven korkeuden vaaitus ei anna oikeata kuvaa tällä kohtaa yleensä vallitsevasta törmän tyvikorkeudesta.

Törmän muuttumista tapahtuu muulloinkin kuin tulvan aikana. Muodon muutoksia aiheuttavat routa ja jossain määrin myös sade ja tuuli. Lepotilansa saavuttaneessa törmässä sen yläosa jää tavallisesti alaosa huomattavasti jyrkemmäksi ja siinä on useasti pintakasvillisuuden ja puuston juuriston sitoma ulokemainen räystäs. Lisävyöryä voi vielä aiheuttaa törmän päällä olevien puiden kaatuminen. Suotuisien edellytysten vallitessa voi törmän vyöryminen kokonaankin pysähtyä, jolloin törmällä on tilaisuus kypsyä. Täyttä varmuutta vyörymisilmiön keskeytymisestä ei aina ole, sillä on sattunut tapauksia, jossa jo mäntyäkin kasvava törmän pintakerros on valunut lautta-
na alas.

Edellä esitetty kuvaus koskee lähinnä kitkamaalajeista muodostuneita hiekka- ja hietamaan törmä. Sellaisessa hietamaan törmässä, jossa on jo verraten runsaasti koheesiolajitteita, hiesua ja savea, törmän sortuminen noudattaa toisenlaisia muotoja. Tämänkaltaisessa hyvin koossapysyvässä törmässä laukeaminen tapahtuu vasta silloin, kun eroosiolovi on uurtautunut niin syväksi, että törmän tasapaino järkkyy, tai että tyrsky kovalla voimalla iskeytyy jyrkkään seinämään. Keilamaisia vyöryjä ei sanotunlaisessa maaperässä synny, vaan maata lohkeilee törmästä monesti melko suurinakin kappaleina. Törmä jää tällöin varsin jyrkäksi ja saattaa käydä niinkin, että seinämä jää jyrkäksi seuraavaan kevääseen saakka, jolloin routa aiheuttaa törmässä lohkeilua ja loiventumista. Roudan vaikutus onkin maalajiltaan hienojakoisessa törmässä tuntuvampi kuin hiekkaisessa törmässä. Varsinkin peltomaan törmäin jää tavallisesti pintanurmen koossapitämä räystä.

Törmän muodon muutoksia vyörymisvaiheessa eräinä vuosina on kuvattu piirroksissa 5-8. Ne perustuvat törmäleikkausten vaaituksiin ja niihin on merkitty myös maalajien koostumus. Vuonna 1945 tehdyistä seurantavaaaituksista käy ilmi vyöryn alkamisen kehitys. Erityisesti on syytä kiinnittää huomiota piirroksessa 6 esitettyyn Nuasjärven Kekkolanien runsaasti hiesua sisältäneeseen törmään, joka v. 1939 näytti alaosaltaan jo nurmettuneena kypsyneeltä törmältä. Vuoden 1943 tulva repi kuitenkin törmän auki, ja se ammotti vielä v. 1945 jyrkkänä seinämänä. Koska törmän päällä kasvoi tällöin reunaan saakka ruista, on paikalla täytynyt olla jälkivyöryä.

5.2 RANTAÄYRÄÄN MUODOSTUMINEN JA KULUMINEN

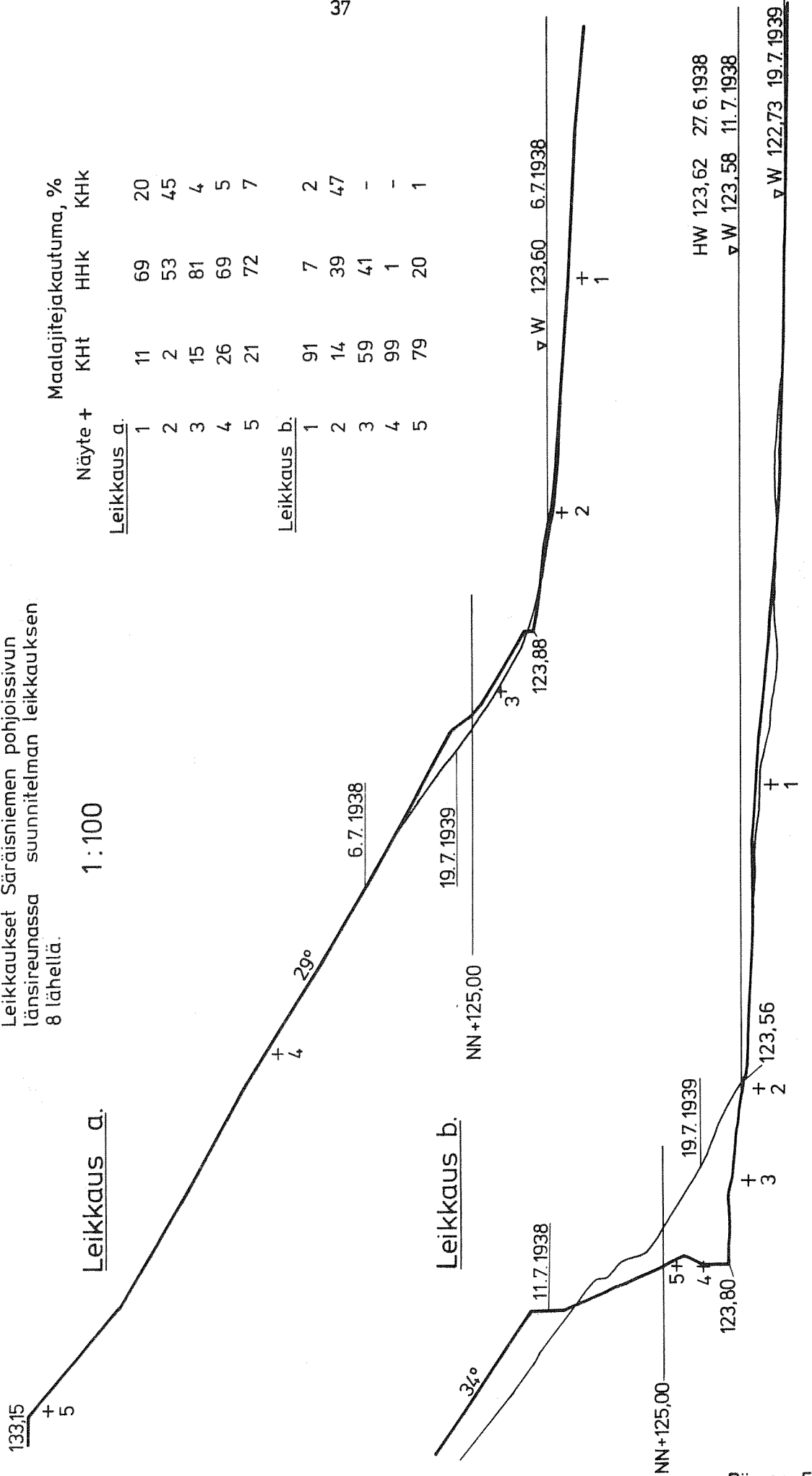
Törmästä alas rantaäyräälle valunut tai lohkeillut maa-aines joutuu välittömästi veden hävitysvoiman alaiseksi. Hienoimmat ainesosat huuhtoutuvat heti veden mukana pois. Aallokon voimakkuudesta ja kestävyydestä sekä maa-aineksen raekokoomuksesta riippuu, kuinka paljon maa-ainesta jää tuossa vaiheessa rantaäyräälle. Veden vaikutus äyrääseen ei kuitenkaan rajoitu vain tulvakausiin. Kun tämä, yleensä 15-20 metrin levyinen melko selvästi purkutasosta erottuva rantavyöhyke ulottuu

Vyörytörmän muodon muuttuminen v. 1938 -1939

Oulujärvi

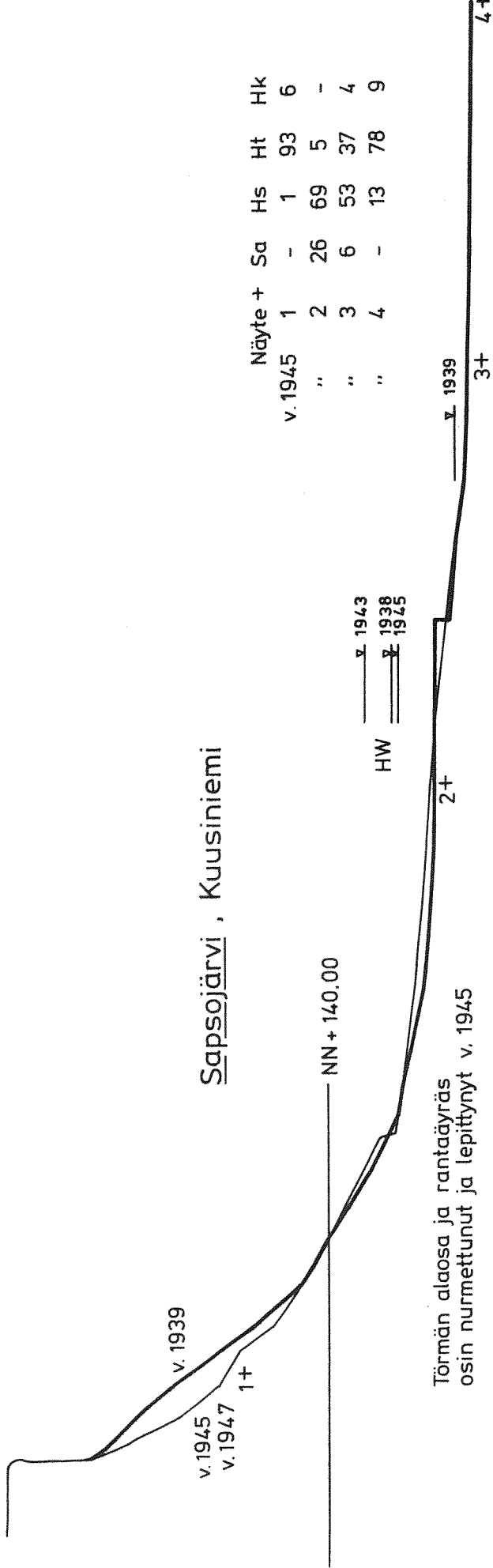
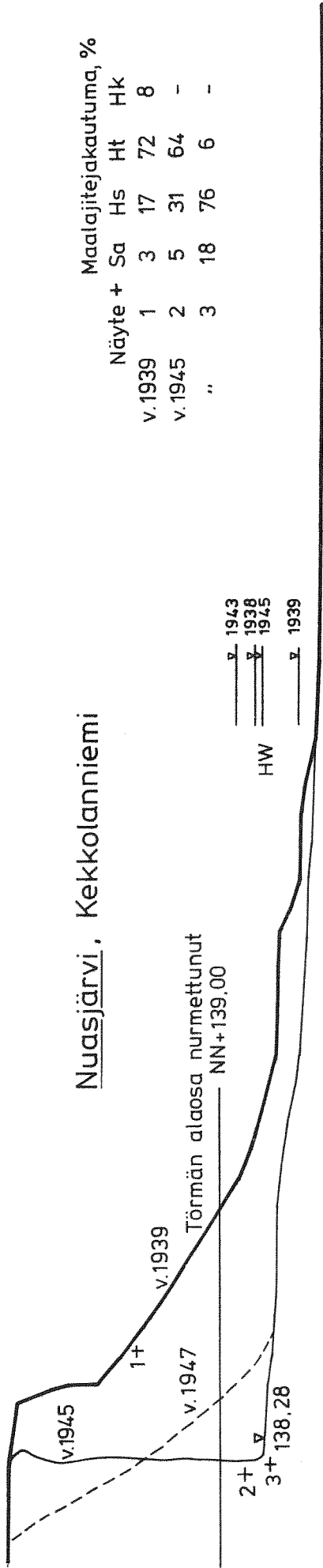
Leikkaukset Säräisniemen pohjoissivun
länsireunassa suunnitelman leikkauksen
8 lähellä.

1:100



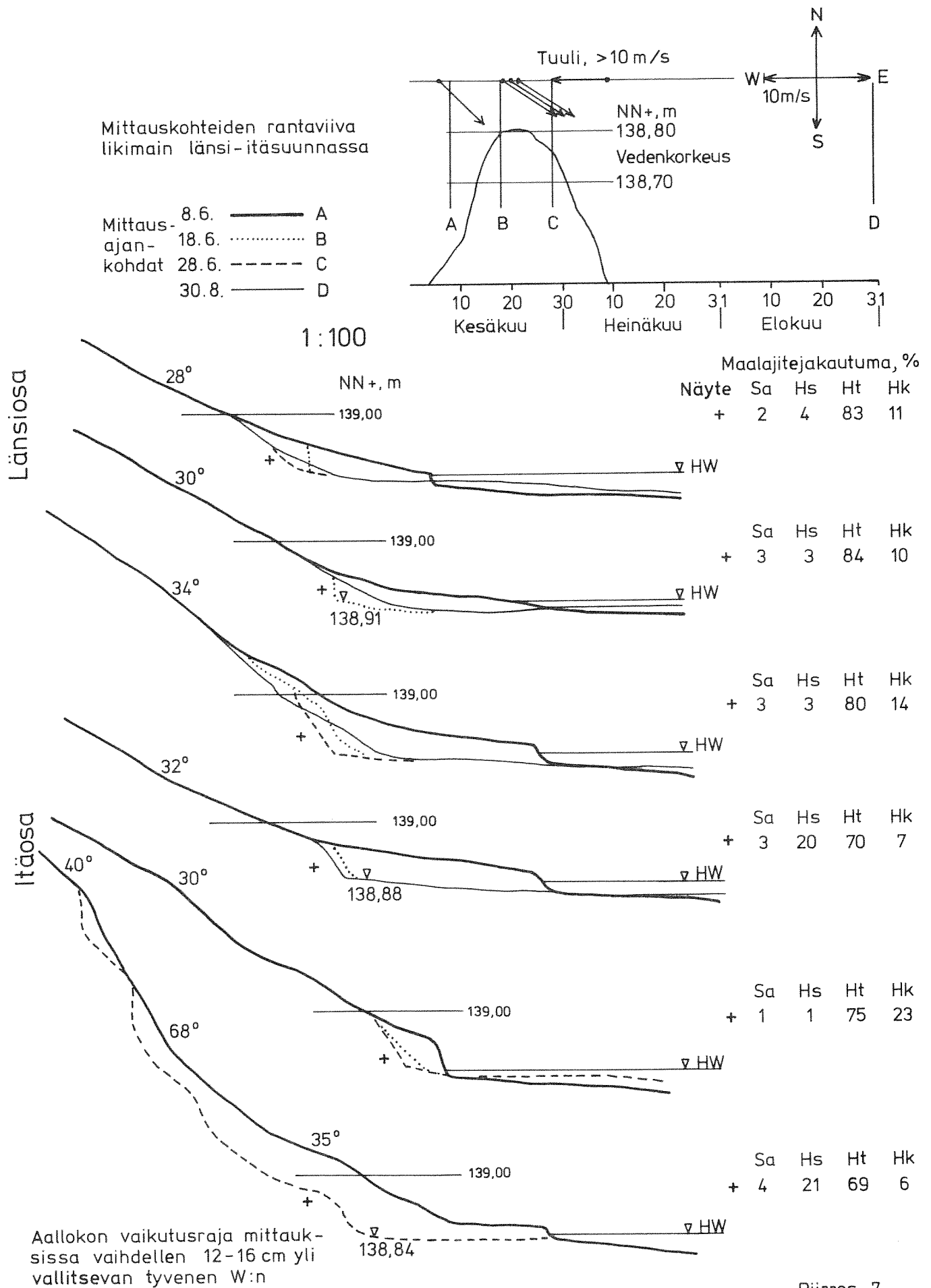
Vyörytörmän muodon muuttuminen v. 1939 -1947
1:100

Sotkamon järvet



Vyörytörmien muodon muuttuminen Sapsojärven Hiukalla kesällä 1945

Sotkamon järvet



Vyörytörmien muodon muuttuminen Sapsojärven Kuusiniemessä kesällä 1945

Sotkamon järvet

Mittauskohteiden rantaviiva likimain
suunnassa koillinen - lounainen

Tuuli- ja vedenkorkeussuhteet
esitetty piirroksessa 7

1:100

Mittausajankohdat :

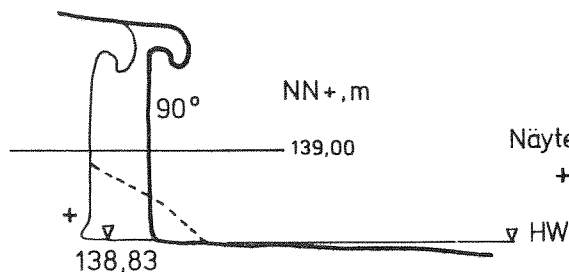
15.6. ———

28.6. - - - - -

8.8. ———

Maalajitejakautuma, %

Näyte	Sa	Hs	Ht	Hk
+	15	72	13	-



Pohjoisosa

Keskiosa

Eteläosa
ei vyöryä

34°

46°

51°

42°

45°

57°

pituus
4m

lepittynyt

pituus
2,5m

139,00

Aallokon vaikutusraja mittauk-
sissa vaihdellen 5-10 cm yli
vallitsevan tyvenen W:n

Sa	Hs	Ht	Hk
2	20	73	5

Sa	Hs	Ht	Hk
2	18	80	-

Sa	Hs	Ht	Hk
2	16	82	-

Sa	Hs	Ht	Hk
2	4	87	7

Sa	Hs	Ht	Hk
2	4	83	11

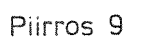
Sa	Hs	Ht	Hk
-	-	93	11

keskiveden tienoille, monesti alemmaksikin, tietää se sitä, että rantaäyräs on joka vuosi pitkänkin ajan aallokon työstettävänä.

Veden irroittaman maa-aineksen kohtalona on tämän jälkeen kasautuminen tai kulkeutuminen muualle. Maa-aineksen liikkuminen riippuu sen raekoosta sekä veden virtausnopeudesta ja -suunnasta, järvistä puheenollen siis tuulisuhteista. Karkea hiekka-aines kasautuu jo silloin, kun virtausnopeus on alle 15 cm/s ja hienohiekka 1 cm/s virtausnopeudella (Hjulström 1935). Hiedassa vastaava virtausnopeus on 1,0-0,2 cm/s. Arvot osoittavat, ettei rantaäyräällä, jossa vedensyvyys on pieni ja joka useasti on tyrskyvyöhykkeenä, veden liike voi olla niin vähäistä, että kasautumista voisi jatkuvasti tapahtua. Tämä ei kuitenkaan merkitse sitä, että äyräälle valunut aines aina kulkeutuisi ennen pitkää pois. Aallokon aiheuttama virtaus on edestakaista. Osittain tyrsky vetää maa-ainesta ulapalle päin, osittain se työntää sitä eteensä valliksi. Tällaista maa-aineksen jauhautumista tapahtuu rannoillamme jatkuvasti. Toiseksi kysymys ei ole vain vastaavan vyörykohdan syöttämästä maa-aineksesta, vaan myös kulloinkin tuulen puoleiselta rantaosuudelta tulleen aallokon mukanaan kuljettamasta hiekasta ja hiedasta. Jos ranta on polveilevaa tai siinä on esteitä tämä keräytyminen voimistuu. Maa-aineksen liikkumisesta johtuu, että rantaäyräälle on tunnusomaista maanpinnan löyhyys. Tosin rantaäyräskin voi sen oltua levossa pintaosaltaan tiivistyä ja saada hieman sitovaa kesvillisuutta, joka vaimentaa maa-aineksen kulkeutumisherkkyyttä.

Edellisessä kohdassa esitettyjen piirrosten maalajianalyysit osoittavat, että rantaäyräältä otettujen näytteiden raekoko on suurempi kuin törmässä tai etäämpänä vesialueella. Tätä osoittavat myös muut tutkimukset (Keränen 1978). Syynä on selvästikin se, että rantaäyräältä on vyörymaasta hienoin aines huuhtoutunut pois, eikä tällaista voi siihen pysyvästi kasautua. Milloin törmä on somerikkoja tai törmässä on kiviä, jää kiviaines rantaäyräälle, jossa jää voi sitä vielä työntää törmän tyveen kivipalteeksi.

Rantaäyrään mittasuhteet, korkeus ja leveys ovat törmien vyörymisen kannalta erittäin merkitykselliset. Äyräs on nimittäin viimeinen suojavaarustus aallokkoa vastaan. Keskeinen kysymys onkin, miten hyvin äyräs kestää veden jatkuvaa kulutusta ja missä määrin siihen tulee uutta ainesta uusiutuakseen. Rantaäyrään porrastumat ja kasautumat osoittavat, että tämänkaltaista ilmiötä jatkuvasti tapahtuu. Sanotunlaisen rantaeroosion luonteesta ja voimakkuudesta pyrittiin saamaan lisävalaistusta Sotkamon Hiukalle kesällä 1939 neljän eri mittauslinjan kohdalla noin viikon väliajoin tehdyin vaakituksin. Olosuhteet suosivat tuota tutkimusta sikäli, että vedenkorkeus vaihteli tutkimusaikana 10.6.-31.7. vain 12 cm ja tällöin vastasi likipitään myös säännöstelyn aikaista tilannetta. Voimakas (13 m/s) tälle rannalle osuva itä-kaakkoinen tuuli sattui myös tuolle ajalle. Tästä tutkimuksesta on piirroksessa 9 esitetty mittauslinja II:n vaaitustulokset ja vallinneet vedenkorkeus- ja tuulisuhteet. Tässä rantaäyrään leikkauksessa hiekkaa oli 80 ja hietaa 20 %. Törmän maa-aines oli paljon heinompaa - hiekkaa 10 % hietaa 84 % ja hiesua 6 %. Leikkaukset osoittavat rantaäyrään välillä kasvaneen, ajoittain taas maa-ainesta kulkeutuneen pois. Alku- ja lopputilanteen vertailu ilmaisee selvää ylijäämää rantaäyrään hyväksi. Tässä mittauskohdassa oleva matala eroosioporras oli siirtynyt vähän korkeampana runsaan metrin ulommaksi, josta törmän tyveen oli matkaa n. 10 m. Rantaan ajautunut tukki näyttää vähän ulompana vaikuttaneen maa-aineksen liikkeisiin. Toisilla mittauslinjoilla tulos ei vyörymisilmiön kannalta ollut yhtä myönteinen kuin edellä. Kahdessa leikkauksessa oli n. 20 cm korkuinen porrastuma siirtynyt 1-2 m lähemmäksi 12 m etäisyydellä olevaa törmän tyveä. Maa-ainesten kasautumista oli vain vähän tapahtunut. Rantaäyräässä oli näillä kohdin hiekkaa 20 % ja hietaa 80 %. Kun viimeksimainitut mittauskohdat poikkesivat asemaltaan verraten vähän edellä käsitellyistä mittauslinjasta II vain siten, että ne sijaitsivat hieman suojaismassassa paikassa, viittaisi tulosten eroavuus siihen, että rantaäyrään kuluminen saattaa olla, kitkamaalajeista puheenollen, herkempää hienojakoisessa äyräässä. Tämä johtunee siitä, että hietä irrottuu helpommin veden kuljetettavaksi kuin hiekka. Havaintojen vähyys ei kuitenkaan oikeuta varmempiin päätelmiin.



Tämän tutkimuksen jälkeen eri vuosina tehdyt silmävaraiset havainnot ovat kuitenkin luoneet yleiskuvan, ettei ainakaan suurten selkien harjurannoilla rantaäyrään pysyvää kulumista ole enemmälti odotettavissa. Vedenkorkeuden vaihtelu sekä tuulisuhteiden muutokset niin suunnan kuin voimakkuudenkin puolesta tekevät sen, että rantaäyräs on omasta törmästä irronneen maan ja veden mukana kulkeutuneen aineksen osalta milloin ottavana milloin antavana osapuolena. Toisin voi asia kuitenkin olla sellaisilla rantaosuuksilla, jossa veden kulutusvaikutus tapahtuu yleensä samassa suunnassa ja joille ei hevin ajaudu uutta ainesta rantaäyrään kasvattamiseksi. Säännöstelyn aikainen tilanne on sikäli huonompi, että vyöryainesta on vedessä aikaisempaa vähemmän ja kesänaikaisen vedenkorkeuden pysyvyys tietyllä tasolla pitenee. Sanottua eroosiota tuleekin tällöin jatkuvasti tarkkailla.

5.3 MAA-AINEKSEN KULKEUTUMINEN JA KASAUTUMINEN

Aaltoilun mukana vetäytyy maa-ainesta rantaäyräältä laakealle purkutasolle, jonka yläosa vapautuu vedestä yleensä vasta loppukesällä. Rannan mataloitua purkutasolla häiriintyy syvän veden aaltoliike ja tällä tasolla tapahtuukin yleisesti aallon tyrskeyntyminen, johon tämän rantavyöhykkeen toinen nimi - tyrskytaso - viittaaakin. Tästä johtuu, että purkutasolla esiintyy voimakkaita vedenvirtauksia, jotka kuljettavat vyöryainesta eri suuntiin. Purkutason leveydestä ja sen ulapanpuoleisen reunan, jyrkänpartaan, jatkuvasta kasvamisesta voidaan päätellä, että valtaosa aineksesta kasautuu jyrkänpartaalle ja sen alapuoliselle rinteelle vedenliikkeen rauhoittuessa syvenevässä vedessä. Tähän viittaa sekin, että jyrkänpartaan pohja-aines on löyhempää, hienojakoisempaa, ja lajittuneempaa kuin purkutasolla (Sauramo 1924, Varjo 1969, Keränen 1978). Tältä vyöhykkeeltä ovat käytettävissäni rantatutkimuksen ajalta vain syvyysmittaukset, jotka määräkorkeuteen saakka ulottuina eivät ehkä aina yllä pitemmälle jyrkänpartaaseen. Purkutason korkeuden muutoksia eivät nämä tutkimukset selvitä. Järvien säännöstelyn alennettua alivesikorkeuksia ovat olosuhteet sanotun vyöhykkeen osalta muuttuneet ja ilmeisesti myös maa-aineksen kasautuminen on aikaisemmasta poikkeava.

Purkutasolta ja rantaäyräältäkin maa-aineksia kulkeutuu myös vyöryrannan sivustoille muodostaen täällä särkkiä, kaarteita tai kynnäitä. Keskiveden yläpuolellekin yltäviä särkkiä, kansanomaisesti säikkiä, kasautuu etenkin niemekkeiden jatkoksi (esim. Arjänsaaren Kirkkosäikkä ja Vuoreslahden Saunasaaren ja Paltaselän Savisaaren "olkapäät"). Voimakkaasti kehittynyt särkkämuodostuma, peruskartallakin "särkkä", tavataan Koutaniemen tyvessä, missä Sivolanniemestä ajautunut hiekka on sulkenut sisäänsä Koutalammen. Tämä särkkäalue on tiloille jo ositettukin. Tämäntapainen muodostuma on myös Manamansalon Kuivalampi. - Kaarteita eli kaartoja syntyy etenkin lahdekkeisiin ja ne ovat pääasiassa vedenpäällisiä aallokon rakentamia muodostumia. Varsin pitkä kaarre tavataan Manamansalolla Laiskanselän rannalla, missä jo ikipetäjiä kasvava leveähkö hiekkavalli reunustaa laajahkoa suoaluetta tätä rantaeroosiolta suojaten. Tämän saaren Ärjänselän puoleisella rannalla on mm. Keskuskaarre ja eiköhän Kaaresjärvin viittaa sanotunkaltaiseen rannanmuodostukseen. Säräisniemellä on esim Olkkolankaarre ja Laukunkaarre. Kaarten tapaisia, mutta yleensä näitä korkeampia ja ilmeisesti myös pitempiaikaisemman kehityksen tuloksia ovat dyynimäiset kynnäät, joita tuuli edelleen muotoilee. Tämänkaltaisia muodostumia ovat esimerkiksi Säräisniemen Kontionpää ja Manamansalon Soiluanniemi. Sanottujen rantamuodostumien rajaaminen nimien perusteella ei ole suinkaan selvää, sillä nimet ovat kansan suussa periytyneitä ja toisaalta kartantekijät useasti, mielestäni liian herkästi, nykyaikaistavat vakiintuneita paikannimiä.

6 VYÖRYALUEIDEN YLEISKUVAUS

6.1 SIJAINTI JA LAAJUUS

Järvien säännöstelysuunnitelmissa esitetyt rantojen vyörymistä koskevat selvitykset, jota aineistoa on käsitelty edellä kohdassa 3.1, muodostavat monilta osin pohjan tälle selvitykselleni. Merkittävä poikkeavuus on siinä, kuten on tullut jo edeltäkin ilmi, että selvityksessäni törmien tyvikorkeudet perustuvat Oulujärven osalta samana vuonna (1945) suori-

tettuihin vaaituksiin. Törmien maaperä on myös tullut entistä yksityiskohtaisemmin määritettyä. Aineiston käsittelyssä on poikkeavuutta mm. siinä, että olen pyrkinyt esittämään eri vyöryalueiden muoto-opillisia suureita koskevat tulokset painollisesti eli siis ko. rantaosuuden pituuden mukaisina lukuisuusarvoina ja tällöin lähinnä graafisin esityksin. Oulujärven suunnitelmassa on vastaavanlaiset tulokset ilmaistu alueellisina keskiarvoina ja ns. tavallisina arvoina (suunn. taulukko 16).

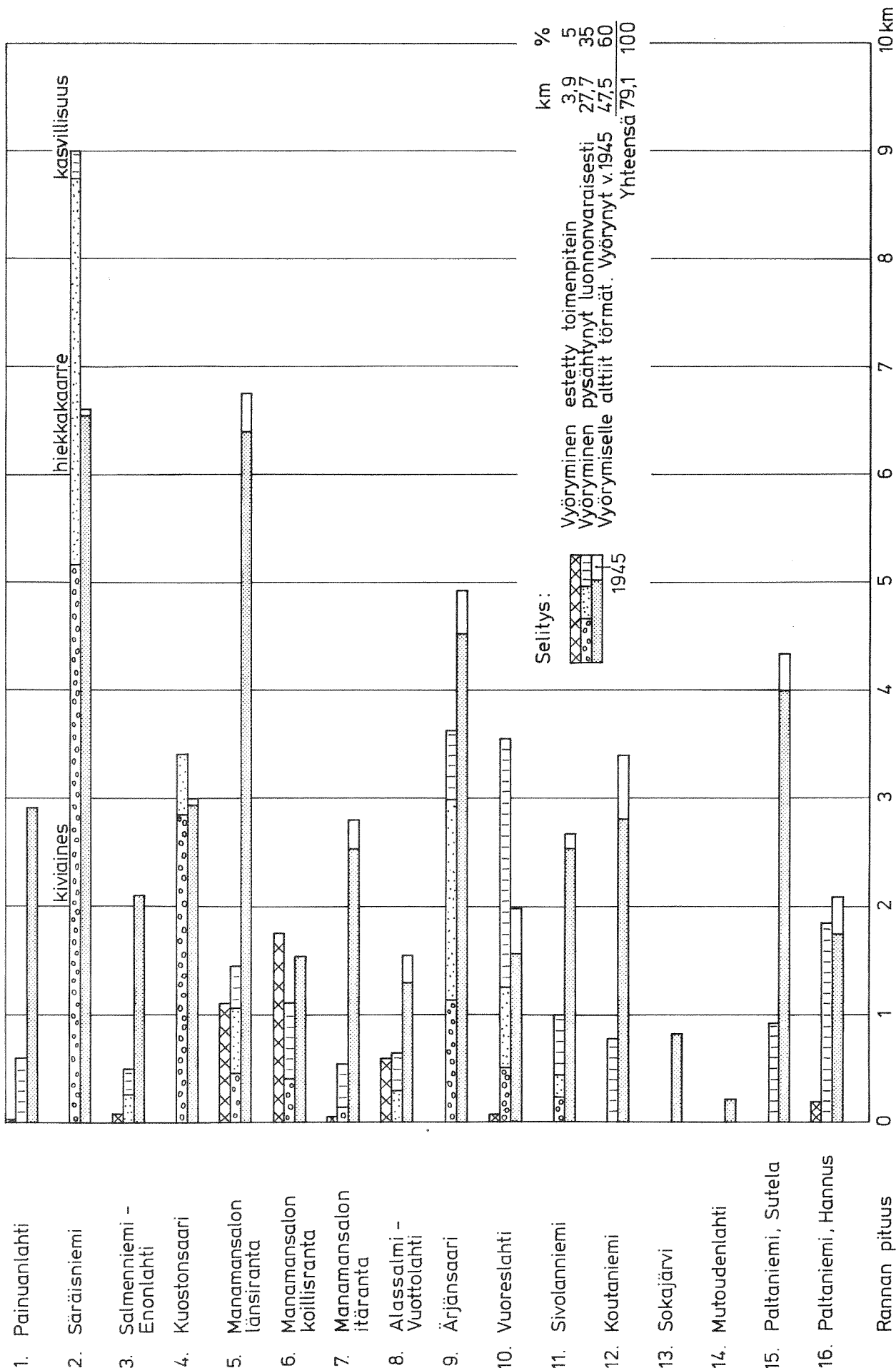
Oulujärven vyöryrantojen tila v. 1945 on esitetty numerollisina arvoina taulukossa 1. Järveä esittävästä piirroksesta 3 käyvät ilmi vyöryalueiden sijainti ja nimet sekä erilaista vyörytilaa edustavien rantaosuuksien kohdat. Nämä tiedot on havainnollistettu vaakapilarein piirroksessa 10, jossa korostuu vielä vyörymistilassa olevien ja jo kypsyneiden törmien suhde eri vyöryalueilla. Yhdistelmät osoittavat vyöryrantoja olleen tuolloin Oulujärvellä kaikkiaan 79,1 km, josta pituudesta tosin vain 47,5 km eli n. 60 % oli katsottava olevan enää vyörymiselle alttiina. Peltomaan kohdalla oli tällaista törmää n. 13 km pituudelta. Luonnonvaraisesti suojautunutta rantaa oli n. 30 km ja suojattua 3,6 km. Tutkimuskesänä vyörynyttä törmää oli 3,3 km rannanpituudelta, mikä on n. 7 % vyöryalttiista rannasta.

Oulujärven säännöstelysuunnitelman yhdistelmässä on vyöryrannan pituudeksi saatu 82,35 km, josta peltoa on 17,72, niittyä 0,34 km ja metsämaata 64,29 km. Kummassakin selvityksessä käy vyöryrantojen kokonaispituus varsin hyvin yksiin, mutta jos kysymyksessä on nimenomaan vain vyörymiselle alttiiksi edelleenkin katsottavat törmät, antavat suunnitelman luvut ilmeisesti ylimitoitettun kuvan vyöryrantojen laajuudesta. Eroavuus tilastotiedoissa johtunee osittain siitä, ettei sanotunkaltaista rajanvetoa erilaatuisten törmien kesken rantatutkimuksessa tehty ja että tutkimusvuoden 1938 korkea tulva vaikeutti vyöryrannan tunnistamista varsinkin hiekkakaarteisissa lahdetteissa. Saattaa myös olla mahdollista, ettei tutkimuksen alussa vyöryrantakäsite tässä tarkoitettussa merkityksessä ollut kaikille tutkimusryhmille täysin selkeytynyt.

Taulukko 1. Oulujärven vyöryrantojen tila vuonna 1945

Vyöryalue	Vyöryminen estetty toi- menpitein		Vyöryminen pysähtynyt luonnonva- raisesti		Vyörymiselle edelleen alt- tiit törmät		Yhteensä		Vyörymiselle alttiiden törmien ja- kautuma		Vyörynyt vuonna 1945	
	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%
1. Painuanlahti	20	1	600	17	2 905	82	3 525	6				
2. Säräisniemi			9 000	58	6 585	42	15 585	14		40	1	
3. Salmenniemi-Enonlahti	80	3	400	16	2 100	81	2 580	5				
4. Kuostonsaari			3 385	53	2 955	47	6 340	6		90	3	
5. Manamansalon länsiranta	1 095	12	1 420	15	6 755	73	9 270	14		330	5	
6. Manamansalon koillisranta	1 750	40	1 085	25	1 530	35	4 365	3				47
7. Manamansalon itäranta	40	1	530	16	2 800	83	3 370	6		280	10	
8. Alassalmi-Vuottolahti	600	28			1 530	72	2 130	3		230	15	
9. Ärjänsaari			3 640	42	4 935	58	8 575	11		410	8	
10. Vuoreslahti	70	1	3 350	62	1 965	37	5 385	4		450	23	
11. Sivolanniemi			1 000	28	2 630	72	3 630	6		120	5	
12. Koutaniemi			755	18	3 370	82	4 125	7		580	17	
13. Sokajärvi					810	100	810	2				
14. Mutoudenlahti					210	100	210					
15. Paltaniemi, Sutela			925	18	4 330	82	5 255	9		370	9	
16. Paltaniemi, Hannus	200	5	1 620	42	2 090	53	3 910	4		360	12	
Yhteensä	3 855	5	27 710	35	47 500	60	79 065	100		3 260	7	
Tontti- ja peltomaalla	3 065	16	2 980	16	12 965	68	19 010	100		1 190	9	

Vyöryalue :



Sotkamon järviä koskevat Oulujärveä vastaavat tiedot on esitetty taulukossa 2 ja piirroksissa 4 ja 11. Yhdistelmien mukaan törmärantaa oli näissä järvissä yhteensä 23,1 km, josta vyörymiselle altista törmäosuutta oli 12,1 km (52 %), luonnonvaraisesti suojautunutta 9,1 ja suojattua 1,8 km. Vuonna 1945 vyöryneiden rantojen osuus oli 9 %. Esitetyt tiedot ovat suurelta osin samat kuin säännöstelysuunnitelmassa (suunnitelmapiirustus Sj 146 ja taulukko 10).

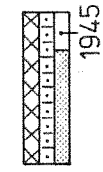
Taulukko 2. Sotkamon järvien vyöryrantojen tila vuonna 1985

Vyöryalue	Vyöryminen		Vyöryminen		Vyörymiselle edelleen alttiit törmät		Yhteensä		Vyörymiselle alttiiden törmien ja-törmien kautuma		Vyörynyt vuonna 1945	
	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%
<u>Nuasjärvi</u>												
17. Kuluntalahti	265	27	410	42	310	31	985	6				
18. Korvänniemi-Rimpilänniemi	370	25	250	17	875	58	1 495	15	150	17		
19. Rönnynniemi-Kekkolanniemi	650	24	595	22	1 420	54	2 665	26	580	41		
20. Huuskonniemi-Tikkalanniemi	500	10	1 415	29	2 905	61	4 820	53	150	5		
Yhteensä	1 785	18	2 670	27	5 510	55	9 965	100	880	16		50
Tontti- ja peltomaalla	1 785	48	880	24	1 025	28	3 690	100				
<u>Sapsojärvi</u>												
21. Kuusiniemi			400	47	460	53	860	7	65	14		
22. Hiukka	55	1	825	19	3 505	80	4 385	53	90	3		
23. Sapsonranta			545	17	2 655	83	3 200	40				
Yhteensä	55	1	1 770	21	6 620	78	8 445	100	155	2		
Tontti- ja peltomaalla	55	4	35	2	1 430	94	1 520	100				
<u>Kiimasjärvi</u>												
24. Valkolanranta			4 680	100			4 680	100				
Tontti- ja peltomaalla			2 165	100			2 165	100				
<u>Sotkamon järvet yhteensä</u>												
Tontti- ja peltomaalla	1 840	8	9 120	40	12 130	52	23 090	100	1 035	9		
	1 840	25	3 080	42	2 455	33	7 375	100				

Vyöryrantojen tila vuonna 1945

Sotkamon järvet

Selitys :



N	S	K	km	%
1,8	+ 0,1	-	= 1,9	8
2,7	+ 1,8	4,6	= 9,1	40
5,5	+ 6,6	-	= 12,1	52
Yhteensä				23,1 100

Vyöryminen estetty toimenpitein
Vyöryminen pysähtynyt luonnonvaraisesti
Vyörymiselle alttiit törmät. Vyörynyt v.1945

Vyöryalue :

Nuasjärvi (N)

17. Kuluntalahti

18. Korvanniemi -
Rimpilänniemi

19. Rönnynniemi -
Kekkolanniemi

20. Huuskonniemi -
Tikkalanniemi

Sapsojärvi (S)

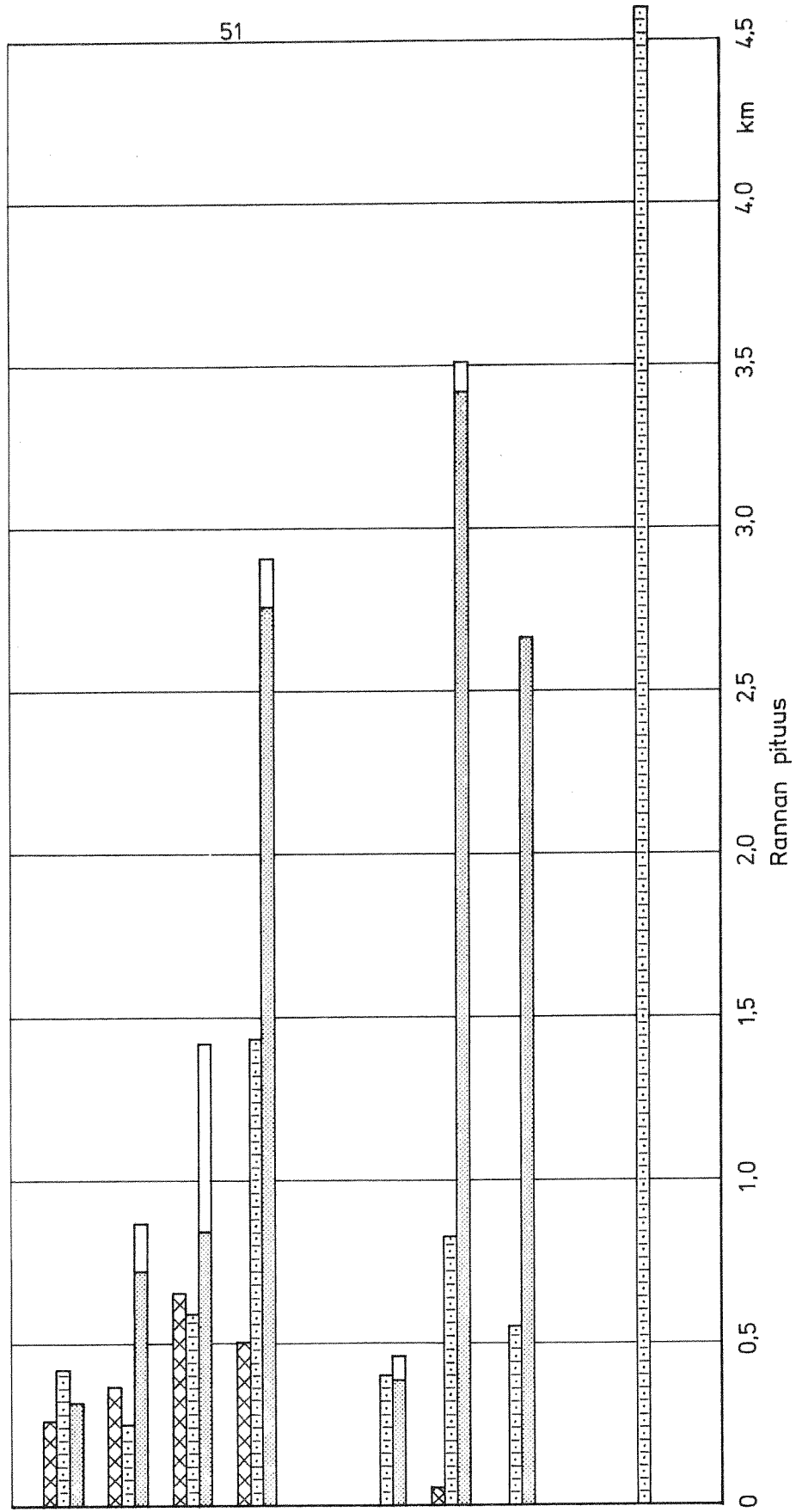
21. Kuusiniemi

22. Hiukka

23. Sapsonranta

Kiimasjärvi (K)

24. Valkolanranta



6.2 MAASTOSELOSTUS

Vyöryalueiden sijainti ja laajuus sekä törmien tila ovat tulleet ilmi edellä esitetyistä piirroksista ja taulukoista. Alueiden maalajisuhteita ja rantojen muoto-opillisia mittoja käsitellään puolestaan jäljempänä luvuissa 7. ja 8. Peruskartat kuvaavat taas hyvin alueiden maastollisia seikkoja. Tästäkin huolimatta tuntuu aiheelliselta vielä selostaa tiivistetysti eri vyöryalueita. Tässä kuvauksessa on mainittu hallitsevimpien maalajitteiden osuus, joka vastaa vyöryalueilla otettujen maanäytteiden pitoisuuksien keskiarvoa. Selostusta luettaessa on huomattava, että se koskee tilannetta v. 1945 ja että lukuarvoja on jonkin verran pyöristetty.

Oulujärvi

1. Painuanlahti. Vyöryalue on Oulujärven läntisin lahdeke, jonka 3,5 km pituisesta törmärannasta 82 % on vielä vyöryvää. Törmän korkeus on vaihdellen 1,0...2,5 m. Niiden päällysrinne on valtaosaltaan peltoa. Maaperästä on hietaa 80 % ja hiekkaa 17 %. Alue on alttein etelän ja idän välisille tuulille.

2. Säräisniemi. Alue on Oulujärven hallitsevimpia vyöryalueita. Sen törmäosuudesta, 15,6 km, on jatkuvasti vyöryvää rantaa enää 42 %. Törmien keskikorkeus on 7 m vaihtelun ollessa 3...10 m. Säräisniemi on melkein kauttaaltaan metsämaata, lukuun ottamatta eteläsivun perukassa olevaa vyörylle erittäin herkkää peltolohkoa. Maaperä vaihtelee huomattavasti. Säräisniemen pohjoissivun törmissä on hietaa 48 % ja hiekkaa 42 %, kun taas etelärannassa on hietaa 21 %, hiesua peräti 59 % ja saveakin 12 %. Niskanselän puoleisella rantaosuudella on vyöryminen huomattavalta osalta pysähtynyt harjussa olevan runsaan kiviaineksen vuoksi. Tästä on muodostunut rantaäyrästä pitkältä osin peittäviä kivimattoja ja törmän tyveen kivipalteita. Rantaäyrään kivet ovat aallokon pyöristämiä ja niistä tavoittaa monia kaunismuotoisia ja -värisiä taideluomuksia. Ajohiekasta muodostuneet lahdekkeiden kaarteet ovat puolestaan suojanneet törmä. Nimislahteen on kasautunut varsin pitkä hiekkakaarre.

3. Salmenniemi-Enonlahti. Alueen 2,6 km pituinen vyöryrantaosuus koostuu useista Laiskanselän rannalla olevista erilisistä kohteista. Jatkuvasti vyöryviä törmä on 81 %. Tästä on huomattavin osa peltorantoja. Törmien korkeus on keskimäärin 1,5 m. Maanäytteet osoittavat 44 % hiekka- ja 36 % hiesupitoisuutta.

4. Kuostonsaari. Saaren kaikilla sivuilla on vyöryrantaa yhteensä 6,3 km, josta vielä vyöryvien törmien osuus on 47 %. Rannat ovat metsämaata, ja törmien keskikorkeus on 4,5 m. Kivikkoiset niemekkeet ovat monelta osin suojanneet törmiiä. Maaperässä on keskimäärin hiekkaa 77 % ja hietaa 23 %.

5. Manamansalon länsiranta. Alueen yhteinen vyöryrantapituus on 9,3 km, josta vyörylle jatkuvasti alttiita törmiiä on 73 %. Törmien korkeus vaihtelee 2...8 m, keskikorkeuden ollessa 5 m. Rannat ovat suurimmalta osaltaan metsämaata. Eteläosassa, peruskartalla Puronranta, on myös peltorantoja, joissa vyöryminen on tuottanut ongelmia, mutta joiden törmistystä on onnistuttu suojaamaan 12 %. Alueen pohjoisosassa on hiekkapitoisuus 67 %, kun eteläosassa sama osuus on hietaa. Täällä on hiesuakin 27 %.

6. Manamansalon koillisranta. Vyöryrantojen pituus on 4,4 km, josta vyöryvien törmien osuus on 35 %. Koska Martinlahden rannalla on ollut jo pitkään asutusta ja lahti on tuulilta suhteellisen suojainen, on rantoja saatu suojatuksi 1,8 km, eli 40 %. Törmien keskikorkeus on 4,5 m, korkeimman törmän ollessa 8,5 m. Ranta on suurimmalta osalta metsämaata, muun ollessa peltoa, niittyä ja tilojen venevalkamia. Alueen pohjoisosan maaperä on hiekkavaltainen, 90 %, kun taas etelärannalla on hiedan osuus 51 % ja hiesun 41 %.

7. Manamansalon itäranta. Vyöryrannan pituus on 3,4 km, josta jatkuvasti vyöryvää rantaa on 83 %. Eteläosassa on vain 0,3 km pituudelta peltorantaa muun osan ollessa metsämaata. Törmien korkeus vaihtelee suuresti. Sen keskikohdalla kohoaa Oulujärven ylväin törmä Paljakka 29 m korkeuteen. Tälläkin lyhyellä rantaosuudella maalaji vaihtelee huomattavasti. Pohjoisosassa on hiekkaa 96 %, kun taas eteläosassa on hiekkaa 29 %, hietaa 54 % ja hiesua 15 %.

8. Alassalmi-Vuottolahti. Vyöryosuus koostuu pitkän rantaosuuden useista lyhyistä vyörykohteista, yhteispituudeltaan 2,1 km. Jatkuvasti vyöryviä rantoja on 72 % ja suojattuja 28 %. Vyöryrannat ovat korkeudeltaan keskimäärin 1,5 m ja ne ovat pääasiallisesti peltujen ja talouskeskusten kohdilla. Maa-aines tällä alueella on hienorakeista, jota osoittaa hiesun (46 %) saven (24 %) ja hiedan (23 %) pitoisuudet. Vuonna 1945 vyöryneen rannan osuus oli tällä alueella suurehko, 15 %, kun se Manamansalon länsipuoleisilla alueilla oli vain 0 - 5 % ja saaren itärannalla 10 %.

9. Ärjänsaari. Tämä laajan Ärjänselän kaakkoisosassa sijaitseva pitkänomainen, pinta-alaltaan n. 2,5 km²:n kokoinen saari on kaikilta kolmelta pitkältä sivultaan vyöryrantaa, yhteensä 8,6 km. Tästä on 58 % edelleen vyöryvää ja vuonna 1945 vyörynyttä 8 %. Törmien korkeuden vaihtelu on 7 - 17 m, keskikorkeuden ollessa 12,5 m. Vain kymmenesosa törmistä on matalampaa kuin 10 m. Saari on kokonaan metsämaata, mutta siinä kerrotaan aikoinaan olleen Sivolan talo. Ärjänsaari on suosittu virkistysalueena. Maaperässä on näinkin pienellä alueella tuntuvia eroavuuksia. Sen länsipään törmissä on hiekan osuus 78 % ja hiedan 22 %, kun taas itäpäässä hiedan osuus on 93 % ja hiesun 4 %. Vyöryrantojen lähistölle tunnusomaiset hiekka-

särkät ovat voimakkaasti kasautuneet saaren etelä- ja itäkärkeen. Viimeksi mainittu, kauniisti kaartuva Kirkkosäikkä on saanut nimensä siitä, että se suuntautuu Paltaniemen kirkkoa kohti.

Oulujärven vaikuttavaa rantaseutua eritoten Ärjänsaarta selostettaessa on vaikea rajoittaa vain kuivakiskoiseen numerolliseen esitykseen. Siksipä sallittaneen tässä tunteenomaisempi kuvaus. Paltaniemen pitäjältä kertoessaan O.A.F. Mustonen (1885) lausuu Kirkkosäikästä että kävellessä sen hiekkarannalla poudalla hiekka merkillisesti helkkää, tuoden mieleen Kalevalan säkeen "Somer soitti, hiekka helkki". Tämän voi hyvin omakohtaisestikin kokea. Eiköpähän 20-vuotias Eino Leinokin runsaan peninkulman päässä olevasta syntymäkodistaan Hövelöstä käsin Kirkkosäikkää tallatessaan ole saanut runoratsulleen virikkeen: "Somer soitti hiekka helkki, alla Annin askeleen" ("Yökehräjä, 1892). Edelleen mielii kertoa, että minulla on ollut onni saada ostaa Hövelön silloiselta omistajalta, tunnetulta taiteilijalta T.G. Tuhkaselta Ärjänsaaren etelärantaa Kirkkosäikältä katsottuna kuvaava öljyvärimaalaus. Syynä siihen, että hän taivoistaan poiketen myi alkuperäismaalauksen, johtuu kertomansa mukaan siitä, että hän oli taulun ulkomuistista maalannut ja kun hän kuuli isäni olleen Eino Leinon luokkatoverin. Tässä suuresti arvostamassani taulussa ei taiteilijan muistikuva ole pettänyt, siksi aidosti hän on tuonut esim. vyöryrannan tunnusomaisen luonteen ja kauniisti veteen kuvastuvat törmät vyörykeiloineen.

10. Vuoreslahti. Vyöryrantaosuus koostuu Vuoreslahden kummallakin rannalla ja sen länsipuolella olevista lyhyehköistä vyörykohdista, joiden yhteinen pituus on 5,4 km. Tästä määrästä on edelleen vyörymiä 37 %, joita osuudesta peräti 23 % vyöryi kesällä 1945. Törmien korkeus on vaihdellen 1,0 - 3,5 m. Suurin osa vyöryrannasta on metsämaata. Peltomaat ovat pääasiassa Vuoreslahden kylän kohdalla. Alueen länsipuolen maaperässä on hiekkaa 65 % ja hietaa 31 %, itäpuolelle hietaa 39 % ja hiesua 26 %.

11. Sivolanniemi. Tähän alueeseen kuuluu laajan Koutaniemen länsikärki ja sen eteläinen sivusta. Vyöryranta on kaikkiaan 3,6 km, josta jatkuvasti vyöryvää on 72 % ja tästä kesällä 1945 vyörynyttä 5 %. Törmien korkeus on vaihdellen 2 - 10 m. Pientä peltolohkoa lukuun ottamatta on ranta metsämaata. Maaperässä on hiekkaa 36 %, hietaa 43 %, hiesua 19 % ja savea 2 %. Sivolanniemestä avautuu länteen 20 km laajuinen Ärjänsaaren ulappa.

12. Koutaniemi. Tähän vyöryalueeseen kuuluu niemen pohjoissivu, jonka vyöryrannan pituus on 4,1 km, josta 82 % on edelleen altis vyörymiselle. Kesällä 1945 vyöryi näistä rannoista 17 %. Törmien korkeuden vaihtelu on 5 - 10 m. Melkein puolet rannasta on peltomaata. Koutaniemi on ehkä lohduttommin vyöryalue siksi, että Koutaniemellä vyöryvät talojen kotipellot ja vyöryminen on voimakasta, paitsi maaperänsä vuoksi myös siksi, että ranta on erittäin altis erisuuntaisille tuulille. Alueen maaperässä on keskimäärin hiekkaa vain 6 %, hietaa 51 %, hiesua 26 % ja savea 7 %.

13. Sokajärvi. Vyöryrannan pituus on 0,8 km ja sitä on lyhyinä osina Paltajärven ja Sokajärven rannoilla. Nämä kohdat ovat jatkuvasti vyöryviä. Törmät ovat korkeudeltaan 2 - 3 m ja niistä on peltomaalla lähes puolet. Maaperässä on hiesua 60 % ja savea 33 %.

14. Mutoudenlahti. Alue on Oulujärven pohjoisella rannalla oleva vyöryalue. Sen pituus on vain 0,2 km, joista puolet on peltoa. Tämän korkeus on runsas 2 m.

15. Paltaniemi, Sutela. Alueeseen kuuluu yhtenäinen Paltaniemen Leppiniemestä Sutelanperään saakka ulottuva vyöryranta, pituudeltaan 5,3 km. Tästä on vielä vyöryvä osa 82 %, josta kesän 1945 vyöryä oli 9 %. Törmien korkeuden vaihtelu on 2 - 11 m. Alue on Paltamon vanhan kirkonkylän aluetta ja siksi hyvin asuttua. Tähän kuuluu myös yleisesti tunnettu Paltaniemen vanha hautausmaa alas vyöryvine törmineen. Vyöryrannasta on suurin osa peltoa, eli n. 3 km. Alue on altis sekä Ärjänselältä suuntautuvalta länsituulelta ja Paltaselän pohjoistuulelta. Maaperässä on keskimäärin hiekkaa 5 %, hietaa 54 %, hiesua 37 % ja savea 4 %. Maalajitejakautuma on melkein sama kuin Koutaniemellä.

16. Paltaniemi, Hannus. Alue on laajan Paltaniemen koillinen osa, joka avautuu vain Paltaselälle. Yhtenäisen vyöryrannan pituus on 3,9 km, josta vyörymiselle alttiita törmä on 53 %. Tästä rantaosuudesta kesällä 1945 vyöryi 12 %. Törmien korkeus on vaihdellen 2 - 9 m. Vyöryrannasta on suurin osa metsämaata. Alueen törmissä on keskimäärin hietaa 69 %, hiesua 27 % ja savea 4 %. Huolimatta alueen suhteellisen suojaisesta sijainnista vyöryminen on ajoittain ollut voimakasta.

Nuasjärvi

17. Kuluntalahti. Alue on jatko Paltaniemen hienoperäiselle harjulle, joka tulee esiin Rehjänselän pohjoisrannalla. Vyöryrannan pituus on 1,0 km, josta vyöryvää on enää 31 %. Kesällä 1945 ei törmä vyörynyt. Törmien korkeus on 8 m. Suurin osa rannoista on peltoa ja talojen rantaa. Törmän suojautumista on edistänyt rannan suuntaisesti laituriksi siirretty vanha lotja. Törmässä on hietaa 77 % ja hiesua 17 %.

18. Korvanniemi - Rimpilänniemi. Alue sijaitsee Rehjänselän koillisrannalla ja se koostuu useasta vyöryrantakohdasta, joiden yhteispituus on 1,5 km. Tästä määrästä on edelleen vyöryävää törmää 58 %, josta 17 % vyöryi kesällä 1945. Törmän korkeuden vaihtelu on 3 - 9 m. Vyöryävästä törmästä vain vähäinen osa on pellon kohdalla. Alueen länsiosassa maaperässä on hietaa 77 % ja hiesua 13 %. Keskosassa hiekkaa 57 % ja hietaa 43 %. Rimpilänniemen puoleisessa osassa hiesua on peräti 85 % ja savea 15 %.

19. Rönnynniemi - Kekkolanmiemi. Alue on Nuasjärven puolella ja on jatkoa edelliselle alueelle. Vyöryrannan pituus on 2,7 km, josta edelleen vyöryvää on 54 %. Kesällä 1945 vyöryneen rannan osuus oli suhteellisen suuri eli 41 %. Törmien korkeuden vaihtelu on 5 - 10 m. Suurin osa vyöryrannoista on

peltomaata. Erikoisen altista vyörymiselle on Kekkolanniemi. Alueen länsiosan törmissä on keskimäärin hietaa 62 % ja hiekkaa 21 %, itäosan törmissä hietaa 68 % ja hiesua 27 %, mutta Kekkolanniemessä hiesua peräti 76 % ja savea 18 %.

20. Huuskonniemi - Tikkalanniemi. Vyöryalue koostuu pääasiassa kahdesta vastakkaisesta niemekkeestä, joiden välissä olevan Mujehoulunsalmen kautta Sotkamon reitti laskee Nuasjärveen. Vyöryrantojen pituus on yhteensä 4,8 km, josta 61 % on vielä vyöryvää. Kesän 1945 vyöryn osuus oli 5 %. Törmien keskikorkeus on 5,5 m ja korkeuden vaihtelu 3 - 9 m. Vyöryrannat ovat lähes kaikki metsämaalla. Maaperä vaihtelee tälläkin alueella suuresti. Länsiosassa olevassa poukamassa (Lahtela), jonka ranta on suojattu kiviheitokkeella, maaperässä on hiesua 86 % ja savea 12 %. Huuskonniemen länsirannalla peltoalueen kohdalla on hiedan osuus 52 % ja hiesun 42 %. Eteläranta on jo hiekkavaltainen - hiekkaa 74 % ja hietaa 26 %. Tikkalanniemen maaperässä on hietaa 69 % ja hiesua 28 %.

Sapsojärvi

21. Kuusiniemi. Alue on Sapsojärven länsipäässä Vuokatin sivustalla. Vyöryalueen pituus on 0,9 km, josta edelleen vyörymää 53 %. Kesällä 1945 vyöryi tästä 14 %. Törmien korkeuden vaihtelu on 6 - 11 m. Ranta on lähes kokonaan metsämaata. Maaperä vaihtelee tälläkin rantaosuudella merkittävästi. Eteläosassa on hiekkaa 18 % ja hietaa 78 %. Keskiosassa hietaa 78 % ja hiesua 18 %, mutta pohjoisosassa hietaa 13 %, hiesua 72 % ja savea 15 %.

22. Hiukka. Vyöryalueen pituus on 4,4 km, josta edelleen vyöryvää törmää on 80 %. Kesän 1945 vyöryosuus oli 3 %. Vyörytörmien korkeuden vaihtelu on 3 - 27 m, mutta vain kolmannes törmistä on 10 m matalampia. Vyöryalue on lähes kauttaaltaan metsämaata. Sotkamon keskustan kohdalla oleva alue, jossa on myös korkein törmä (27 m) on suosittua uimarantaa. Hiukan törmissä on hiekkaa 21 % ja hietaa 75 %.

23. Sapsonranta. Alueen vyöryrannat koostuvat Sapsonjärven koillisen perukan Sapsonperän ja osittain myös etelään suuntautuvan Kiantojarven rannalla olevasta lyhyehköistä vyöryosuudesta. Niiden yhteinen pituus on 3,2 km, josta vyörymiselle alttiita on 83 %. Törmien korkeus on vaihdellen 1 - 2 m. Vajaa kolmannes vyöryrannasta on pellon kohdalla. Sapsonperän törmissä on hiekkaa 17 %, hietaa 63 % ja hiesua 21 %. Kiantojarven törmät ovat hiekkaisempia - hiekkaa 56 % ja hietaa 44 %.

Kiimasjärvi

24. Valkolanranta. Alue, osaltaan myös Viekinrannaksi kutsuttu, sijaitsee Kiimasjärven etelärannalla. Vyöryrantojen pituus on 4,7 km. Vyörymisen on katsottava koko pituudelta pysähtyneen. Törmien korkeus on 1 - 3 m. Törmäranta jakautuu lähes tasan pellon ja metsämaan kesken. Maalaji on verraten hienojakoista.

7 VYÖRYMISILMIÖN PERUSTEKIJÄT

Vyörymistapahtuman yhtenä perusedellytyksenä on, että ranta on maaperältään löyhää, huonosti koossapysyvää ainesta. Toiseksi täytyy olla myös rantavoimia, jotka pystyvät törmän vakavuutta järkyttämään. Korkeimmat tulvat yltävät törmien tyville, mutta jotta vesi saisi riittävästi energiaa tuhotyöhönsä, vaaditaan laajahkolta ulapalta puhaltavaa kovaa tuulta voimakkaan ranta-aallokon ja tyrskyn synnyttämiseksi. Vyörymisen peruselementit muodostuvat tavallaan siis maasta, vedestä ja ilmasta. Jos jokin näistä perustekijöistä ei omaa tai saavuta vyörymiseen tarvittavaa ominaisuutta tai voimakkuutta, edellytykset törmien vyöryttämiselle puuttuvat. Vyörymisen tapa ja rajuus riippuu paljolti siitä, miten kunkin osatekijän vaikutus on painottunut. Sanottuun ilmiöön on vaikuttamassa myös toissijaisia tekijöitä. Vyörymistapahtuma on varsin monimuotoinen usean tekijän yhteisvaikutus, ja sen ilmenemismuodoille on perin vaikea löytää pitävää riippuvuussuhdetta.

Seuraavassa käydään läpi ne tekijät ja niiden laatu ja voimakkuus, jotka Oulujärven ja Sotkamon järvien rantojen vyörymiseen ovat olennaisesti vaikuttaneet järvien ollessa vielä luonnonvaraisessa tilassa.

7.1 MAALAJI

Oulujärven rantatutkimusten yhteydessä vuonna 1939 otetuista maalajinäytteistä on 18:sta tehty mekaaninen maa-analyysi, jonka tulokset on esitetty suunnitelman taulukossa 15. Tulokset edustavat ko. alueiden tyypillisiä vyörytörmiiä. Maanäytteet on yleensä otettu läheltä törmän tyveä häiriöttömästä maakerroksesta. Kun v. 1945 otettiin näytteet myös vuonna 1938 mitattujen vyörytormäleikkausten kohdalta, oli kaikista leikkauksista, Sotkamonjärvet mukaanlukien, ainakin yksi maalajinäyte. Näiden näytteiden rakeisuusanalyysit on suoritettu vesihallituksen maarakennuslaboratoriossa v. 1976. Varsinaisten leikkausten kohdilta on Oulujärveltä 76 näytettä ja Sotkamon järviltä 38 näytettä. Leikkauksia on ollut jonkin

verran enemmän, kun näytteen ainesmäärän vuoksi eräitä näytteitä on yhdistetty. Erityiskohteista on otettu n. 30 näytettä.

Kaikissa analyyseissa on pitäydytty Attenbergin agrogeologiseen ja vanhaan rakennusteknilliseen maalajiluokitukseen erityisesti sen vuoksi, että se erittelee lähemmin koheesio- ja kitkamaalajien rajavyöhykkeen (Aaltonen ym. v. 1949). Törmän hiesu- ja hietapitoisuudellahan on törmien muotoutumiseen varsin keskeinen merkitys. Uudessa geoteknillisessä maalajiluokituksessa (Korhonen ym. 1974) hieno hieta kuuluu jo silttiin ja karkea hieta hiekkaan. Vuoden 1976 maa-analyyysien tulokset on ilmaistu rakeisuuskäyrinä, joiden perusteella voidaan tehdä monenlaisia tarkasteluja. Eri maalajitteet, niiden lyhenne ja raekoko käyvät ilmi mm. tähän kohtaan liittyvistä piirroksista.

Maalajianalyysit osoittavat, että samassakin vyöryalueessa on varsin huomattavia vaihteluita. Koska alueen keskiarvotulos tällöin peittäisi törmien maaperän luonteen, on Oulujärvellä 6 ja Sotkamon järvillä 5 vyöryaluetta jaettu maaperäyhdistelmiä varten vielä osa-alueisiin. Kutakin osa-aluetta vastaava maalajitejakautuma - hiekan, hiedan, hiesun ja saven prosenttiosuus - on ilmaistu alueita vastaavien analyysiarvojen keskiarvona. Tulos on esitetty piirroksissa 12 ja 13.

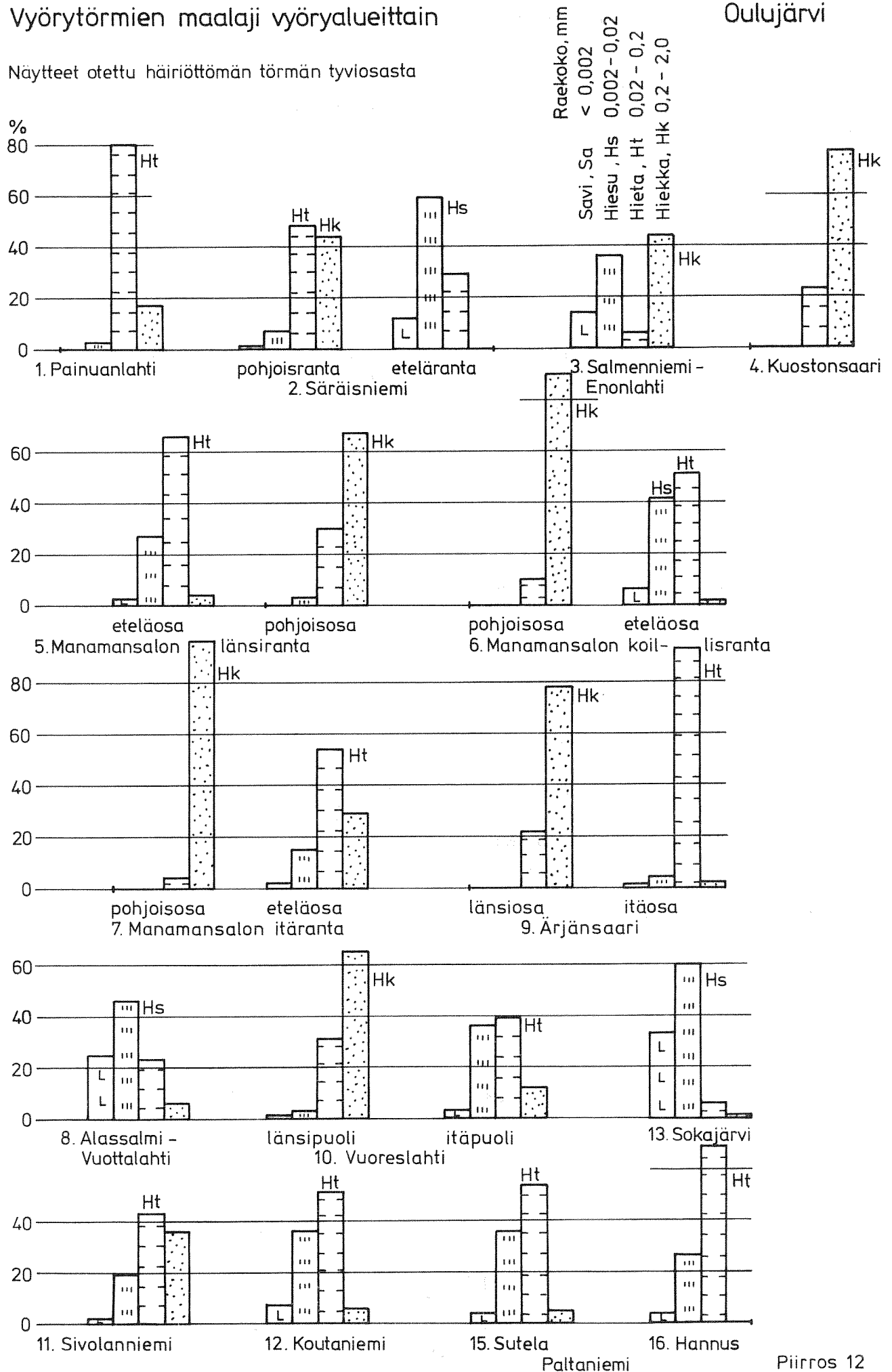
Vyöryalueiden edellä kerrottu maastokuvaus nojautuu piirroksien osoittamiin arvoihin. Se ja aikaisemminkin esitetty toteamus, että vyöryalueiden pohjoisemmat rannat ovat yleensä karkearakeisempia kuin eteläiset, käy selvästi ilmi esimerkiksi Säräisniemen, Manamansalon ja Kuusiniemen alueiden maalajijakautumasta.

Jos maaperäsuhteita tarkastellaan yksittäisten leikkausten analyytitulosten perusteella, todetaan, että Oulujärvellä nämä jakautuvat lukumääräisesti melkein tasan hiekka-, hieta- ja hiesumaan kesken. Sotkamon järvien törmistä valtaosa on taas

Vyörytörmien maalaji vyöryalueittain

Oulujärvi

Näytteet otettu häiriöttömän törmän tyviosasta



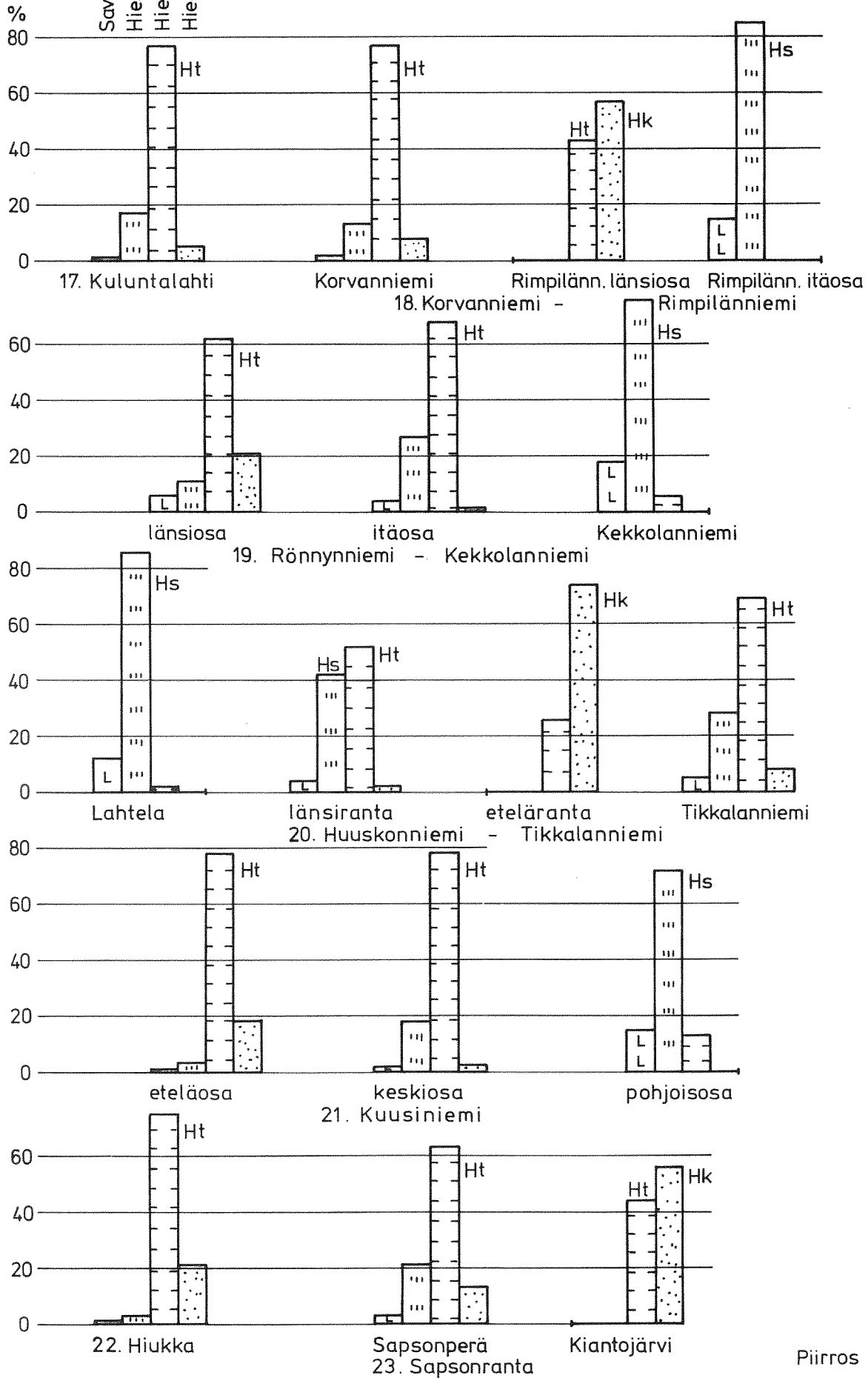
Vyörytörmien maalaji vyöryalueittain

Sotkamon järvet

Raekoko, mm
 < 0,002
 0,002 - 0,02
 0,02 - 0,2
 0,2 - 2,0

Savi, Sa
 Hiesu, Hs
 Hieta, Ht
 Hiekka, Hk

Näytteet otettu häiriöttömän törmän tyviosasta



hietamaata. Tässä erittelyssä on katsottu, minkä maalajitteen raekoon alueelle rakeisuuskäyrän 50 % arvo lankeaa. Asiaa valaisee myös jäljempänä esitetty piirros 23.

Maalajiselvityksestä voidaan tehdä yleinenkin päätelmä, että törmien vyörymistä tapahtuu, paitsi löyhäperäisissä kitka-maalajeissa hiekka- ja hietamaassa, myös koheesiomaaksi luettavassa hiesumaassa. Savilajitetta on kylläkin monissa törmissä ollut, mutta ei siinä määrässä, että maalajiluokka olisi muuttunut savimaaksi. Savipitoisimmat törmät löytyvät Alasalmen Vuottolahden alueella, missä keskimäärin savipitoisuus on 25 % ja suurin arvo 37 %. Kun Oulujärven selkien rannoilla on myös savimaita, voitaneen tehdä se johtopäätös, ettei savimaata ole luettava vyörymiselle arkoihin maalajeihin kuuluvaksi. Tällaiset alueet ovat yleensä matalahkoja laakeita alueita, joissa rantatörmät kasvittuvat herkästi. Savimaassa veden kulutus saa yleensä tavanomaisen rantaerosion luonteen.

Vastauksen saaminen siihen, missä maalajissa törmän vyöryminen on voimakkainta, edellyttäisi puolestaan selvitystä siitä, kuinka nopeata törmän siirtyminen ja siis maanmenetys on ollut pitkäähkön ajanjakson kuluessa. Luotettavaa ja vertailukelpoista tietoa tästä ei juurikaan ole käytettävissä. Asia on toinen, jos puhumme vyörymiselle herkimmistä törmistä, tarkoittaen tällöin niitä rantaosuuksia, joissa tulvan noustessa ilmenee ensiksi vyöryä. Tässä mielessä arimmiksi osoittautuvat yleensä hienojakoisista maalajeista koostuneet törmät. Kysymys on kuitenkin tuolloin lähinnä törmän tyven korkeudesta, joka sanotunlaisessa maaperässä on huonosti kehittyneen rantaäyräänsä vuoksi yleensä alempana kuin karkeampilajitteisessa törmässä. Tämän ei kuitenkaan tarvitse vielä merkitä vyörymisen kokonaisasteen voimakkuutta. Vyörymisherkkyyks sanotulla tavalla ymmärrettynä korostuu hyvin kesän 1945 havainnoista, jotka osoittavat suhteellisen paljon vyöryvää törmää olleen varsinkin Vuoreslahden, Koutaniemen ja Rönny - Kekkolanien hienojakoisilla rannoilla. Edelliseen liittyvää kysymystä joudutaan vielä tarkastelemaan

lähemmin luvussa 8. Jos haluttaisiin antaa summittainen vastaus vyörymiselle altteimmasta maalajista, olisi täksi kai nimettävä hietamaa. Tällaisen maan koossapysyvyys on nimittäin huono, eikä siitä hiekan tapaan kasaudu kovinkaan vahvaa rantaäyrästä.

7.2 TULVAN KORKEUS JA KESTÄVYYS

Oulujoen vesistön keskusjärvissä ovat vedenkorkeuden vaihtelut järivialtaita ajatellen suhteellisen suuret - Oulujärvessä 2,5 m, Nuasjärvessä 2,1 m ja Kiimasjärvessä 2,6 m, joskaan nämä arvot eivät yllä Saimaan valtavaan, 3,3 m suuruiseen vaihteluun. Oulujärvessä ylin vesi on noussut 1,6 m keski-veden yläpuolelle, Nuasjärvessä vastaavasti 1,3 m ja Kiimasjärvessä 1,8 m. Sanottujen järvien sijaitessa vesistöalueen alaosassa saavuttaa tulva huippunsa verraten myöhään, yleensä touko - kesäkuun vaihteessa, mutta monesti vasta kesäkuun loppupuolella. Tästä myös johtuu tulvan suhteellisen pitkä kestävyys. Tulva onkin vyörymisen ratkaisevin tekijä, sillä se ei määrää vain vyörymisvuotta vaan myös sen, millä rajuudella ja miten kauan vyörymistä tuollaisena vuonna tapahtuu.

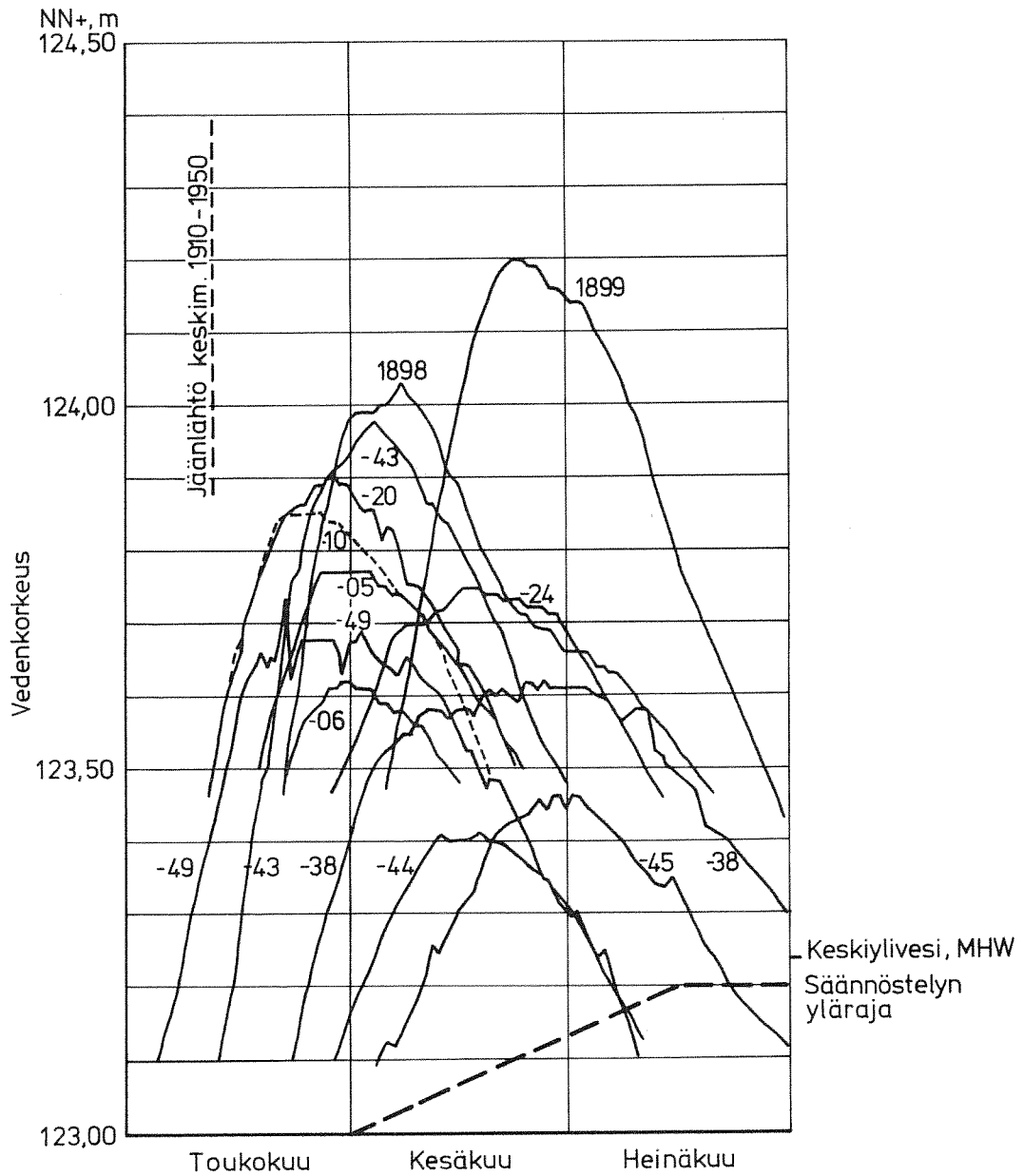
Vyörymisen kannalta merkittävät Oulujärven tulvahuiput on esitetty piirroksessa 14. Tämä tarkastelu rajoitetaan Oulujärven kohdalla n. 50 vuotta kestäneeseen kauteen. Paitsi tulvahuipun korkeudella myös sen kestävyydellä on merkitystä. Oulujärvellä on n. 10 m korkuisen tulvakummun kestävyys yleensä 2 viikon tienoilla, mutta eräinä vuosina kuukausi, jopa ylikin. Esimerkiksi v. 1938 sanotunlaisen tulvakummun kestävyys oli Oulujärvessä 36, Nuasjärvessä 25 ja Kiimasjärvessä 20 vrk.

Tarkastettaessa lähemmin tulvavuosien ajoittumista ja tulvien korkeutta todetaan ensiksikin, että Oulujärvellä on po. jaksona viidennes vuosista ollut sellaisia, jolloin tulva on noussut enemmän kuin 30 cm keskiyliveden yläpuolelle. Vuosisatamme vaihde ja sitä seurannut 10-vuotiskausi on ollut

Oulujärvi

Ylimmät tulvahuiput vuosijaksona 1898–1949

(Vuoden 1949 tulva ei luonnonmukainen)



varsin runsasvetinen. Vuoden 1899 ennätystulvaa, jolloin keskiyliveden ylitys oli 65 cm, oli juuri edeltänyt lähes samankorkuinen tulva. Tätä seurasivat vuosien 1905 ja 1906 varsin korkeat tulvat. Vuonna 1910 oli jälleen suuri tulva, joka jäi ylintä tulvahuippua vain 30 cm alemmaksi. Tällaisen kauden on täytynyt olla vyöryrantojen kannalta erittäin tuhoisa. Oulujärven matkaltaan v. 1909 ja 1910 Iivari Leiviskä on tavannut törmät varsin lohduttomassa tilassa, jota hänen kuvauksensakin todistaa (Leiviskä 1913, 1914). Tämän jälkeen seurasi tulvan puolesta varsin säyseä kausi aina vuoteen 1920 saakka, jolloin vesi nousi v. 1910 tulvaa hie-
man korkeammalle. Vuonna 1924 suuria järviämme yleisesti kohdannut suurtulva ei Oulujärvellä noussut suhteellisesti yhtä korkealle kuin esimerkiksi Saimaalla, sillä se saavutti vain v. 1905 tulvan tason, mutta oli kuitenkin pitkäaikainen. Seuraava rantojen vyörymisen kannalta merkittävä tulva sattui v. 1938, jolloin Oulujärven rantatutkimustyö aloitettiin. Tämän jälkeen oli vesistöissämme usean vuoden kestävä alivesikausi, joka Oulujärvellä ja Sotkamon järvillä päättyi v. 1943 vuosisadan huipputulvaan, joka oli 23 cm v. 1899 tulvaa alempi. Tätä v:n 1943 tulvaa ja sen vaikutuksia ei paikallinen väestö paljoakaan muista, koska se sattui sota-aikana. Sanottu tulva aiheutti runsaasti rantavyöryjä ja avasi jo kypsyneitäkin törmiiä. Vielä kerran ennen vesistön säännöstelyä tulva koetteli Oulujärven törmiiä v. 1949. Tällöin vedennousu johtui Jylhämän voimalaitoksen työmaan padosta, jonka pitämiseen myös tulvakauden yli oli saatu asianomainen lupa. Tästä johtuu piirroksesta 14 nähtävä sanotun vuoden vedenkorkeuden poikkeuksellinen heilahtelu. Jouduin tämän vuoden vyörymistilanteen välittömästi toteamaan, koska tehtäväkseni oli tuolloin annettu n. 30 cm suuruisesta padotuksesta mm. vyöryrannoille koituneen vahingon arvioiminen ja korvauksesta sopiminen asianomaisten maanomistajien kanssa. Työn laajuus ja kiireellisyys ei sallinut erityisten vyörymittausten tekemistä.

Sotkamon järvien tulvat noudattavat melko läheltä Oulujärven vedenkorkeuden rytmiä. Tässä rajoitutaan tarkastelemaan vain

vuosien 1938 ja 1943 - 1945 tulvien korkeuksia ja kestävyys-
siä, jotka käyvät ilmi piirroksesta 15. Vuoden 1943 tulva on
tälläkin ollut rantojen vyörymiseen nähden hallitseva. Tätä
aikaisempi v. 1938 tulvakin on runsaasti vyöryttänyt törmiiä,
koska tätä tulvaa lähes 20 cm alempi v. 1945 tulva oli aiheut-
tanut vyöryä 16 % osuudelta vyöryrannasta.

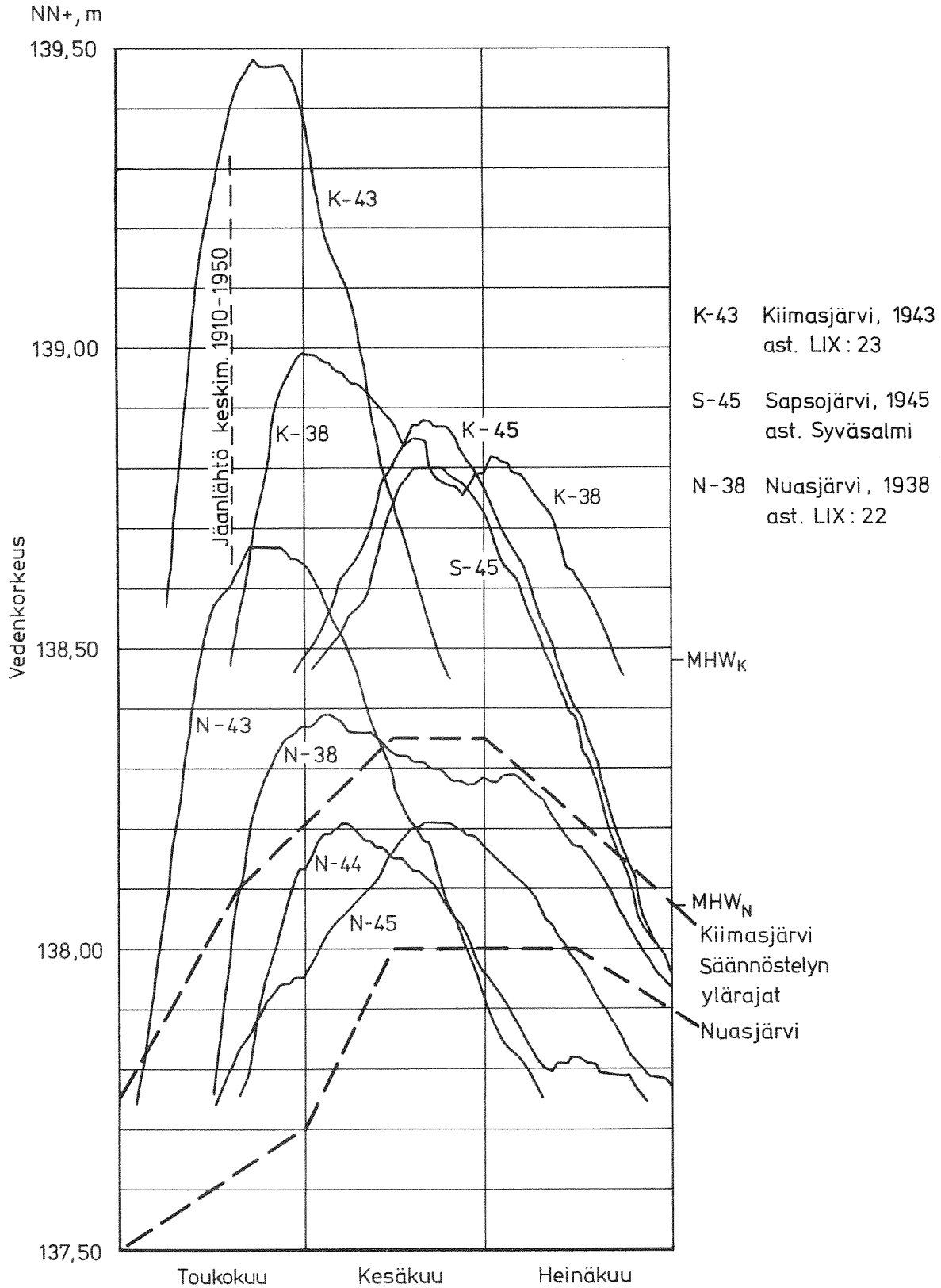
7.3 AALLOKKO

Aallokon voimakkuus riippuu lähinnä kolmesta päätekijästä,
tuulen nopeudesta, sen kestävyydestä ja tuulialasta, millä
viimeksimainitulla järvien kohdalla tarkoitetaan ulapan laa-
juutta etäisyyksissä. Syvän veden aallon lähestyessä ran-
taa sen säännönmukainen käyttäytyminen vedensyvyyden pie-
nentyessä häiriintyy. Ranta-aallokko saakin monenlaisia il-
menemismuotoja ennen kuin aaltoilu tyrskyvaiheensa jälkeen
talttuu. Koska aallokolla on erittäin keskeinen sija ranto-
jen vyöryttämisessä, on tarpeen yleisemminkin käydä läpi
veden aaltoiluun ja ennenkaikkea ranta-aallokon muodostumi-
seen vaikuttavia tekijöitä. Tätä ilmiötä pyrin seuraavassa
lähestymään ja selostamaan lähdekirjallisuuteen nojautuen
käytännön näkökulmasta käsin varoen uppoutumasta aaltoilu-
teorian syvällisyyksiin.

Tuulisuhteet

Oulujärven säännöstelysuunnitelmassa on tuulisuhteita sel-
vitelty ensiksikin siinä mielessä, miten voimakkaat ja pit-
käaikaiset tuulet voisivat aiheuttaa vaihteluita altaan
vedenkorkeuteen. Tutkimus osoitti, että heilahtelu jollakin
kohtaa voi ylittää 10 cm, suurin havaittu arvo 15 cm tuulenno-
peudella 23 m/s 16.-18.10.1937 ja että se voimakkaalla tuu-
lilla on tavallisesti 4-5 cm. Tällainen vedennousu voi kestää
jopa 10 päivää. Heilahtelut voivat olla hyvin äkillisiä. Erään
tutkimuksen mukaan vedenkorkeus nousi Vaalassa 5 tunnin ai-
kana 8 cm ja laski saman verran Vuottolahdessa tuulen puus-
kanopeuden vaihdellessa n. 11 - 17 m/s. Puolen vuorokauden
kuluessa vedenkorkeudet olivat jo palautuneet lähtöarvoil-
leen (Keränen 1982). Törmien vyörymiseen ei lyhytaikaisella

Ylimmät tulvahuiput vuosina 1938 ja 1943 - 1945



vedenpinnan heilahteluilla ole mainittavaa vaikutusta. Sen sijaan rantavaaituksissa pidettäessä vedenkorkeutta vaaituksen lähtökohtana on sanotunlainen vedenkorkeuden muutos otettava tarkoin huomioon. Säännöstelysuunnitelmassa on tuulen voimakkuutta ja sen suuntaa tarkasteltu aallokon muodostumisen kannalta erityisesti sellaisena kautena, jolloin vesi on säännöstelyn ylärajalla, siis loppukesällä ja syksyllä.

Vesistön luonnontilaa ajatellen on rantojen vyörymisen kannalta ratkaisevin merkitys tulvakauden aikaisilla tuulilla. Piirroksessa 2 on esitetty kesäkuun tuulikuvio, jolle ajalle tulvat yleensä sattuvat. Tuuliruusu on laadittu Kajaanin sääasemalla 1920 - 1930 luvuilla tehtyjen havaintojen nojalla. Tuuliruusu perustuu sen ajan mukaisesti tuulipäivien keskimääräisen luvun ja tuulen keskinopeuden tulon yhteenlaskettuun arvoon. Kuvio osoittaa lännen ja luoteen suuntaisten tuulien hallitsevuutta kesäkuussa. Tämä tietää sitä, että rannikon ja saarten lännenpuoleiset rannat joutuvat aallokovoimien kovimmalle koetukselle.

Tulvakauden voimakkaimpien tuulien nopeudesta ja seurannasta sekä esiintymistiheydestä Oulujärven seudulla saa jo varsin peittävän kuvan siitä havaintoaineistosta, jonka tulokset on merkitty vuosina 1938, 1939 ja 1945 suoritettujen erityistutkimusten taustatiedoista (piirroksat 7, 9 ja 18). Tuuliarvot vastaavat tuulipäivien havaintojen suurinta arvoa, joten ne eivät kerro tuulen pysyvyydestä. Yleensä tuuli ei ole voimakkaimmillaan kestänyt täyttä vuorokautta. On kylläkin huomattava, että suolattomassa ja lämpimässä vedessä aallokon nousu on varsin nopeata. Mainituista piirroksista todetaan, että 12 - 17 m/s nopeudella puhaltavia tuulia saatua tulva-ajalle sattua useitakin. Vuoden 1943 korkean tulvan vaikutuksia ajateltaessa todetaan, että toukokuun loppupuolelta alkaen oli viiden viikon aikana peräti kahdeksana vuorokautena tuulen voimakkuus 12 m/s tai tätä suurempi.

Yllä esitetyn perusteella voidaan jo melkoisella todennäköisyydellä päätellä, että tulvakautena sattuu ainakin yksi tai

kaksikin sellaista vuorokautta, jolloin tuulen voima vastaa arvoa 7 Beaufortin asteikossa (13,9 - 17,1 m/s). Tällaisen lujaksi kutsutun tuulen havaittavia vaikutuksia on tietokirjojen mukaan mm. se, että aaltojen huiput murtuvat ja tuuli on tämän luokan ylärajalla muuttumassa myrskyiseksi. Vaahtopäitä syntyy jo pari asteikon luokkaa heikommassa tuulessa. Varsin todennäköistä on myös se, että tulvahuipun aikoihin tuulen suunta jossain vaiheessa ja sen nostama aallokko kohdistuu arimpiinkin vyöryrantoihin. Näiden törmiin haitallisesti kohdistuvien kaikkien voimien ja tekijöiden yhteenajoittuminen on perin sattumanvaraista.

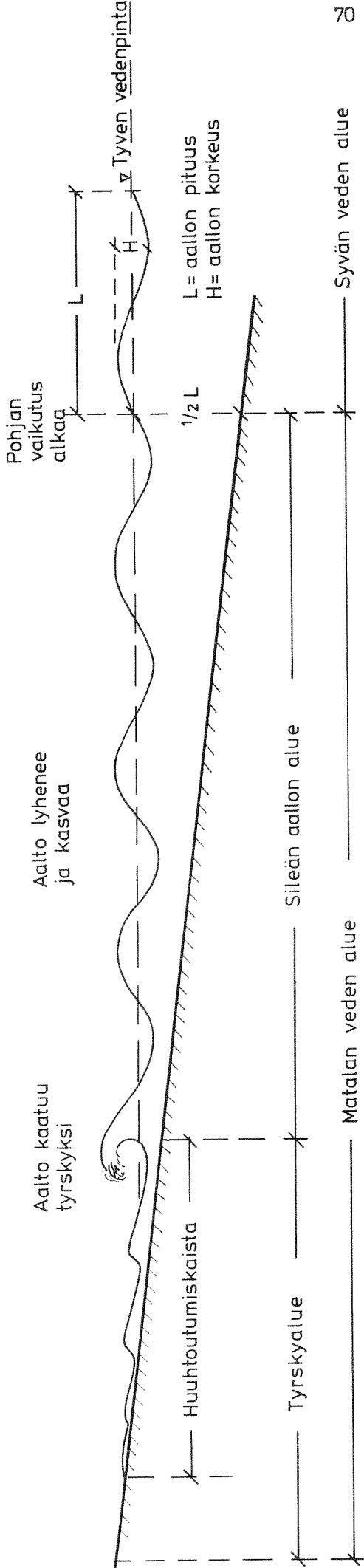
Aaltoilumuodot ja voimakkuus

Tuulen vaikutus veden pintakerrokseen aikaansaa aallon, jonka muodostumisen olennaisena tekijänä on painovoima ja osittain myös pintajännitys. Niin kauan kun vedenpinta ei rikkoudu, pintapisarat liikkuvat ympyrän ja syvemmät vesipisarat ellipsin muotoista rataa. Tuulen voimistuessa ilmavirtaus kuitenkin pian särkee tämän aaltoliikkeen teoriaa noudattavan aallon. Aallon tuulenpuoleisella sivulla on tuulen kitkavaikutus suurempi kuin tyvenen puolella ja näin syntyvän paine-eron johdosta aallon harja jyrkentyy, nostaen jo kohtalaisella tuulella vaahtopäitä. Vedensyvyuden vähentyessä tähän syvän veden aaltoiluun tulee uusia häiriötekijöitä. Uusi tilanne syntyy aallon saavuttua matalaveden alueelle, joka alkaa suunnilleen vedensyvyuden ollessa enää puolet aallon pituudesta. Aallon pituus lasketaan aallon harjasta viereiseen harjaan ja aallon korkeus harjasta aallon pohjaan. Matalan veden alueella aaltoliike saa "pohjakosketuksen", josta johtuen aalto lyhenee ja kasvaa, mutta teoreettisesti ottaen pysyy vielä särkymättä. Tätä vyöhykettä kutsutaan sileän aallon alueeksi. Veden jatkuvasti madaltuessa aalto eräässä vaiheessa kaatuu korkeahkoksi tyrskyksi. Tästä eteenpäin alkaa tyrskyalue, jossa vesi etenee matalaharjaisen aallon huuhtomisrajaan saakka. Tällä huuhtomisalueella aallokko menettää loputkin valtavasta energiastaan, mikä johtuu veden ja pohjan välisestä kitkasta, mutta erityisesti hiekkaperäistä rantaäyrästä ajatellen myös siitä, että vesi

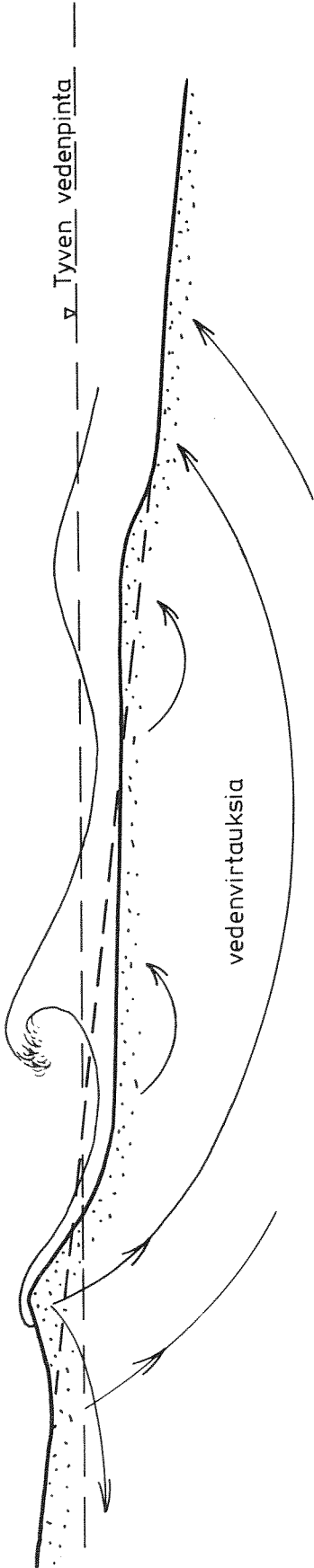
suotautuu läpäisevään maakerrokseen, missä syntyy vedenvirtauksia eri suuntiin. Tällöin vesi työntää edellään hiekkaa valleiksi, mutta toisaalta muodostaa vetäytyessään veden alaisia harjanteita. Pienimuotoiset pyöristyneet aallonjäljet ovat tunnusomaisia matalille rantavesille. Edellä oleva katsaus antaa jo viitteitä siitä, mikä tärkeä merkitys purkutasolla ja rantaäyrällä on aallokon vaimentajana. Ranta-aallokon muodostumista ja eri vyöhykkeitä valaisee piirroksessa 16 esitetty kaavio (Press-Schröder 1966, Ogris 1966). Harald Ogriksen julkaisema teos, etenkin sen ranta-aallokon määrittämistä koskeva osa monine nomogrammeineen, sisältää paljon käytäntöön soveltuvaa tietoutta nimenomaan nyt puheena olevaan asiaan.

Aallokkoa ja sen muodostusta koskevaa kirjallisuutta läpikäydessä huomaa, ettei aallokon korkeutta koskevista kaavoista ole puutetta. Nämä ovat kylläkin ulkomaista perua. Hämmästystä herättää kuitenkin se, että monet kaavat rakentuvat vain yhden, eri kaavoissa poikkeavan tekijän varaan. Niinpä eräissä kaavoissa syvän veden korkein aalto määräytyy tuulialasta (ulapan ulottuvuudesta), eräässä taas ulapan keskisyvyydestä. Tuulen nopeus voi myös olla ainoana muuttujana. Kaikkiakin näistä tekijöistä koostuva kaava on laadittu. Käsikirjoissamme tuodaan vieläkin esiin viime vuosisadalta peräisin oleva Stevensonin kaava tai Englannin järviä koskeva Hawksleyn korkeimman aallon kaava. Nämä kummatkin, vain ulapan laajuuden huomioon ottamat kaavat, johtanevat järviimme sovellettuina selvästi ylisuuriin arvoihin. Edellä mainitussa julkaisussa (Ogris 1966) on esitetty eräitä perusrakenteeltaan poikkeavia aallokon kaavoja. Koska eräisiin näistä liittyy myös kaavoja myös aallon pituuden ja tätä kautta myös aallon jyrkkyyden laskemiseksi, joita suureita tarvitaan ranta-aallokon määrittämisessä, olen tuosta julkaisusta koonnut taulukkaan 3 eräitä kaavoja ja niihin nojautuvat sovellutuslaskelmat, jotka vastaavat lähinnä Keski-Euroopan olosuhteita. Tämä valaisee aallokon perussuureita ja sovellutusesimerkki vastannee hyvin Oulujärven olosuhteita. Jäljempänä mainitaan vielä pari syvän veden aallon määrittämistä esittävää kaavaa.

Kaavio ranta-aallokosta
Aallon muuttuminen ranta-alueella (Press/Schröder)



Aallon työ ja vedenvirtaus hiekkarannalla (Ogris)



Taulukko 3.

Syvän veden aallon laskentakaavoja ja niiden sovellutuksia sekä esimerkki ranta-aallokon korkeudesta ja huuhtomisrajasta

Koottu julkaisusta: Harald Ogris, Wasserwellen und Wellenbrechen, Wien 1966

Syvän veden aalto	Proetel (1912) D=ulapan laajuus, km	Sandin H=ulapan keski- syvyys, m	Solowjeff V=tuulen nopeus m/s	Diakova (1940) Tekijät kuten edellä
Aallon korkeus 2a=	$\frac{1}{3} \sqrt{D}$ (korkein aalto)	$0,42 \sqrt{H}$ (korkein aalto)	$0,04 + 0,075 (V-5,5)$	$0,0186V^{0,71}D^{0,24}H^{0,51}$
Aallon pituus l=		$0,42H + 2,65 \sqrt{H}$	0,64 v	
Aallon jyrkkyys S=		$\frac{1}{2 \sqrt{H} + 12,6}$	$0,059 - \frac{0,311}{V}$	

Sovellustusesimerkki, D = 15 km, H = 8 m, V = 20 m/s:

Aallon korkeus 2a=	1,29 m	1,19 m	1,13 m	0,88 m
Aallon pituus l=		10,9 m	12,8 m	
Aallon jyrkkyys S=		0,055	0,045	

Ranta-aallokko, kun syvän veden aallon korkeus on 1,10 m, pituus 11,8 m ja jyrkkyys 0,047:

Tyrskylvaiheen vedensyvyys 0,66 m

Tyrskyaallon energiakorkeus 1,12 m

Tyrskyn korkeus tyvenestä vedenpinnasta 0,84 m

Huuhtomiskorkeus tyvenestä vedenpinnasta lukien, kun rantaääyrään kaltevuus on 1:4 (14°), 0,67 m

" " " " " 1:1,5 (34°), 1,10 m

Taulukkokoyhdistelmä osoittaa, että yhden muuttujan kaavat ovat rakenteeltaan perin yksinkertaiset. Useamman muuttujan kaavan (Diakov) potenssiarvot eivät enemmälti houkuttele kaavan käyttöön. Sovellutusesimerkissä (ulapan laajuus 15 km, keskisyyvyys 8 m ja tuulennopeus 20 m/s) kolme kaavaa antaa syvän veden aallon korkeudeksi varsin yhtäpitävät arvot (1,29...1,3 m), mutta Diakovin kaava huomattavasti pienemmän arvon (0,88 m). Aallon pituudeksi saadaan kaavoista 10,9 ja 12,8 m ja aallon jyrkkyydeksi suhdeluvut 0,055 ja 0,045. Viimeksi mainitut arvot vastaavat puolen aallon korkeuden ja aallon pituuden suhdetta. Ranta-aallokon muodostumisesta on kokemusperäisten havaintojen ja teoreettisten laskelmien nojalla laadittu sanotussa Ogrisin julkaisussa esitettyjä käyränomogrammeja (Sverdrup & Munk), joista aallon jyrkkyyden perusteella saadaan ensiksikin tyrskyämiskohtaa vastaavan vedensyvyys ja syvän veden aallon pituuden suhdetta ilmaiseva lukuarvo sekä toiseksi tyrskyn ns. energiakorkeuden ja aallon pituuden suhde. Kertomalla aallon pituus sanotuilla suhdearvoilla saadaan edellä tarkoitettu vedensyvyys ja tyrskyn energiakorkeus. Viimeksimainitun osalta on puolestaan selvitetty se, että tyrsky nousee tyvenen vedenpinnan tasoa korkeammalle määrällä, joka on n. 75 % lasketusta energiakorkeudesta.

Varsinkin vyörytörmien kannalta on merkityksellistä se, miten korkealle tyrskyn jälkeinen vedenvirtauksen vaikutus ulottuu, eli miten laaja tämä huuhtomisvyöhyke on. Tähänkin saadaan nomogrammeista selvitystä. Se osoittaa, että huuhtoutumis- eli vaikutusraja on riippuvainen vain pohjan kaltevuudesta ja lasketusta tyrskyn energiakorkeudesta, josta etsittävä korkeusero tyvenen vedenpintaan on tietty osa. Esityksestä havaitaan, että pohjan kaltevuuden ollessa suurempi kuin 30° , eli likimain kaltevuussuhdetta 1:1,5 jyrkempi, vesi kohoo aina energiakorkeuden verran tyvenen veden tasoa korkeammalle. Kaltevuuden pienentyessä huuhtelemiskorkeus alenee voimakkaasti niin, että se esimerkiksi kaltevuudella 1:5 on enää vajaa puolet energiakorkeudesta, kaltevuudelle 1:10 runsas 20 % ja kaltevuudelle 1:20 enää n. 10 %. Jonkin verran näihin arvoihin vaikuttaa huuhtomisalueen

pohjan laatu. Esitetty riippuvuussuhde kuvaa selvästi pohjan vaimentavaa vaikutusta vedenliikkeeseen, koska laakealla rantatasanteella pienikin huuhtomiskorkeus tietää jo laajaa "jarrutus pintaa".

Taulukkoon 3 on otettu myös laskentaesimerkki ranta-aallokosta, jossa lähtökohtina ovat edellisen esimerkin osoittamat syvän veden aallon mitat (korkeus 1,10 m, pituus 11,8 m ja jyrkkyys 0,047). Nomogrammista on tällöin saatu tyrskyvaiheen vedensyvyydeksi tyvenestä vedenpinnasta lukien 0,66 m ja tyrsky-aallon energiakorkeudeksi 1,12 m. Tyrskyn huippu nousee esimerkkitapauksissa 0,84 m sanotun tason yläpuolelle. Huuhtomiskorkeus on 0,67 m, jos pohjan kaltevuus on 1:4 (14°) ja 1,10 m kaltevuudella 1:1,5 (34°).

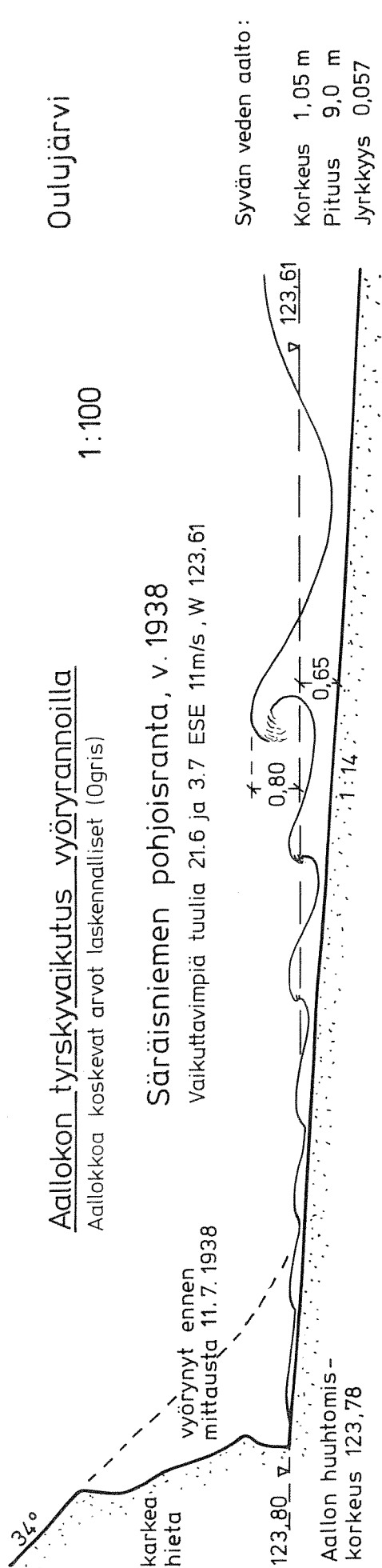
Vedenalaisen rantavyöhykkeen kaltevuudella on siis varsin ratkaiseva merkitys aallokon ulottuvuuteen so. vaikutusrajan (huuhtomisrajan) korkeuteen. Riippuvuus pelkistyy vain tämän pohjankaltevuuden ja aallon energiakorkeuden keskimääräiseen suhteeseen. Teknistä suunnittelua kuten patojen ja penkereiden mitoittamista ajatellen, vedettäköön puheena olevien laskelmien ja nomogrammin nojalla seuraavanlainen, vaikaka muistisäännöksi soveltuva toteamus. Jos rannan edustan pohjan kaltevuus on 1:10 ja syvän veden aallon korkeus 1 m nousee vesi rannalla 0,2 - 0,25 m tyvenen vedenpinnan tason yläpuolelle. Pohjan jyrkentyessä kaltevuuteen 1:2 vastaava korkeusero suurenee suoraviivaisesti lähes metriin.

Oulujärven ranta-aallokko

Ranta-aallokon lähtötilanteena on syvän veden aalto. Määritettäessä sen suurinta korkeutta edellä kosketeltujen kaavojen avulla, voidaan Oulujärven ulapan laajuutena pitää 16 km ja keskisyvyytenä 8 m. Kapeassa sektorissa löytyy tosin suurempiakin selkävesien ulottuvuuksia. Syvyysarvo on suurinpiirtein Oulujärven keskisyvyys, mikäli tämä suure sitten vastaa Oulujärven leveillä purkutasoilla ao. kaavan perustetta. Tuulennopeudeksi oletetaan 7 B-asteikon ylärajaa vastaava tuulennopeus n. 17 m/s. Näillä arvoilla saadaan syvän

veden aallon suurimmaksi korkeudeksi pyöristettynä Proetelin kaavan mukaan 1,35 m, Sandinin 1,20 ja Solowjeffin 0,90 m. Todettakoon, että eräs ruotsalaiseen tutkimukseen perustuva kaava antaa 7 B:n tuulella 1,45 m aallon korkeuden (Davidsson 1963). Samaan tulokseen johtaa eräs usean muuttujan nomogrammi, joka ilmaisee vielä aallon nousemisajaksi 1,5 tuntia (Konsi 1979 ja sen lähdekirj.). Edellä saatujen tulosten perusteella voidaan pitää todennäköisenä, että Oulujärven selillä korkeimmat aallot ovat 1,2...1,3 m suuruusluokkaa. Lyhytaikaiset myrskytilanteet nostanevat kylläkin suurempia aaltoja. Sanottu aallon korkeus saattaa tuntua pienehköltä, mutta veneestä käsin, vieläpä vaahtopäiden keskellä, suoritettu aallokon korkeuden arviointi johtaa helposti ylimitoihin. Laskentakaavojen mukaan korkeimman aallon pituudeksi saadaan 11 m.

Korkeimman syvän veden aallon nojalla ei tässä kuitenkaan ole tehty laskelmia Oulujärven ranta-aallokosta ja lähinnä sen vaikutusrajasta, koska tulokset vaihtelisivat suuresti tulvan korkeudesta ja rantaäyrään kaltevuudesta riippuen ja etenkin kun esitettyjen esimerkkien mukainen aallokko vastaa läheisesti Oulujärvenkin yleistä tilannetta. Sen sijaan olen rekonstruoinut vallitseviin olosuhteisiin perustuvat kaksi eri tilannetta, jossa aallokon todettiin kuluttaneen törmän juurta. Ensimmäinen koskee v. 1938 tulvaa tarkastelukohteena Säräisniemen pohjoissivun leikkaus. Toinen tapaus on vuodelta 1945 ja kohdistuu Manamansalon Puronrannan törmään. Näiden lisäksi olen aaltoilulaskelmien osalta hahmotellut sellaisen tilanteen vuodelta 1943, jolloin rantojen vyörymisen kannalta eri tekijöiden yhteisvaikutus oli ilmeisesti voimakkaimmillaan. Nämä eri tapaukset sekä laskelmien perusteet ja tulokset on esitetty piirroksessa 17. Näissä tapauksissa on syvän veden aallokon korkeus vain 1,05 m, koska tarkastelun ajankohtana tuulen nopeus oli vain 12 m/s. Sen laskemisessa olen nojautunut Sandinin kaavaa käyttäen ulapan keskisyytenä Niskanselällä 6 m ja Laiskanselällä 4 m, mistä eroista johtuu viimeksi mainitun 0,2 m matalampi aallonkorkeus. Syvyysarviointiin on vaikuttanut purkutason leveys. Tätä lähellä oleviin arvoihin jouduttaisiin muillakin kaavoilla. Ranta-aallo-



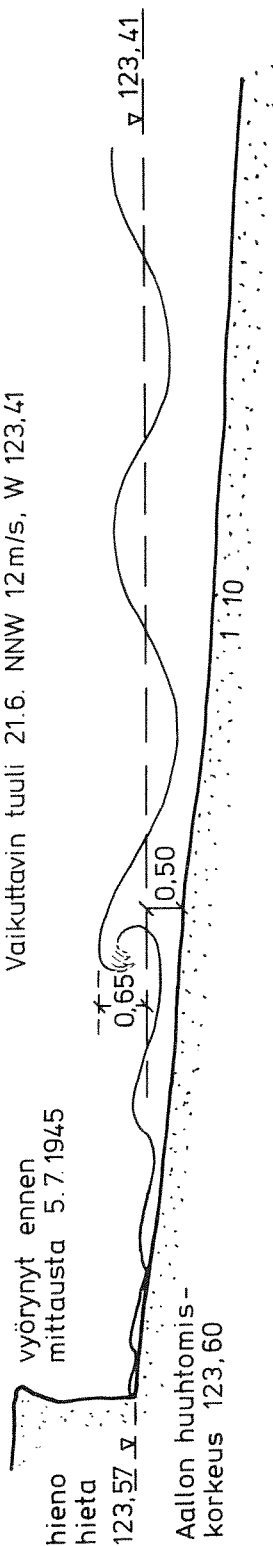
Oulujärvi

Syvän veden aalto:

Korkeus 1,05 m
Pituus 9,0 m
Jyrkkyys 0,057

Manamansalon länsiranta, Puronranta, v. 1945

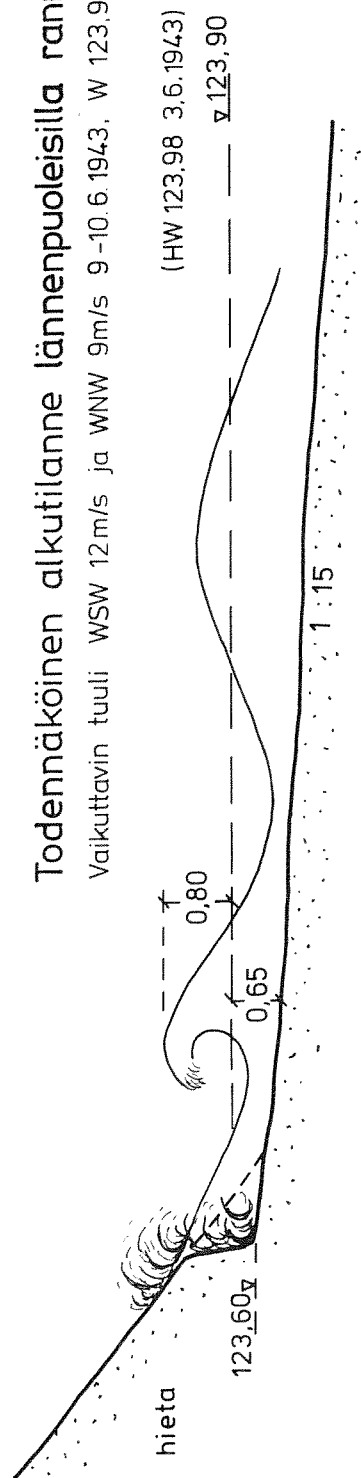
Vaikuttavin tuuli 21.6. NNW 12m/s, W 123.41



Korkeus 0,85 m
Pituus 9,0 m
Jyrkkyys 0,060

Todennäköinen alkutilanne lännenpuoleisilla rannoilla v. 1943

Vaikuttavin tuuli WSW 12m/s ja WNW 9m/s 9-10.6.1943, W 123.90



Korkeus 1,05 m
Pituus 9,0 m
Jyrkkyys 0,057

kon, lähinnä tyrskykohdan ja huuhtomiskorkeuden arvoihin on päädytty edellä käsiteltyjen nomogrammien avulla (Ogris 1966). Sovellutuksia ajatellen niiden kokoa olisi syytä suurentaa.

Säräisnimen leikkausta koskevassa tapauksessa v. 1938 on aallon tyrskyyntyminen tapahtunut runsaan 10 m etäisyydellä törmästä ja huuhtomiskorkeudeksi saatu 123,78. Tämä korkeus on tyventä vettä 0,19 m ylempänä. Rantaäyrään kaltevuus on 1:14. Aallokko on aiheuttanut törmässä vyöryjä, jota koskevassa vaaituksessa todettiin törmän tyvessä selvä aallokon vaikutusraja korkeudella 123,80, (ks. säännöstelysuunnitelma). Vaikuttavimmat tuulet sattuivat veden ollessa ylimmillään. Laskennallinen tulos käy täysin yksiin maastohavainnon kanssa, kun hyvällä syyllä vedenkorkeuteen voisi lisätä vielä 2-3 cm tuulen aiheuttaman vedenpinnan nousun vuoksi vastarannalla.

Manamansalon tarkastelukohteessa v. 1945 tulva oli 0,2 m alempi kuin edellisessä tapauksessa. Tyrskyvaihe on sattunut n. 5 m etäisyydellä törmästä. Huuhtomiskorkeus, 123,60, on 0,19 m tyventä vettä ylempänä. Rantaäyräs on tässä jyrkempi kuin edellä, 1:10. Vyörymisen kannalta vaikuttavimmaksi katsotun ajankohdan jälkeen suoritettu törmän vaaitus osoitti jyrkän törmän tyven korkeudeksi 123,57. Tämä korkeus on laskennallista tulosta 0,03 m alempi. Varsin hyvin yhteenkävänä tuloksena on tätäkin pidettävä.

Piirroksessa 17 esitetty kolmas tapaus koskee v. 1943 tulvaa, jolloin tuulisuhteiden perusteella on haettu ajankohta, jolloin veden ollessa korkealla on vallinnut voimakas tuuli. Tällaiseksi osoittautuu kesäkuun 9 ja 10 päivä, jolloin lännen tuuli on yltänyt nopeuteen 12 m/s. Senhetkinen tulva (123,90), oli jo alentunut 0,07 m ylimmästä arvostaan. Törmäleikkaukseksi on valittu sellainen törmä, joka edustaa Oulujärven tavallisinta törmärantaa (törmän tyven korkeus 123,60 ja rantaäyrään kaltevuus 1:15). Piirrokseseen merkitty laskennallinen tulos osoittaa, että tässä otaksutussa tapauksessa ranta-aallokko kaatuu tyrskyksi törmän juurella

ja ainakin alkuvaiheessa iskee täydellä voimallaan törmän rinteeseen. Aallokkoon kerääntynyt energia purkautuu lähes kokonaan tähän löyhäperäiseen törmään. On selvää, että törmän vyöryminen tuollaisessa tilanteessa on lohduttoman rajua. Pelastuksen tuo vain tuulen asettuminen ja tulvan nopea lasku.

Yllä esitetty korostanee rantaveden syvyyden vaikutusta aallokon rantavoimaan. Korkean tulvan aikana aallokkoon kerääntynyt energia purkautuu tyrskymäisestä lähes kokonaan suoraan rantatörmään. Tällöin myös sen vaikutus on suhteellisen pitkä ja myös mahdollisuudet voimakkaisiin tuuliin lisääntyvät. Matalamman tulvan aikana rantavoimat vaimentuvat jo aikaisemmin rantaäyräällä. Tällä seikalla, huomioonottaen myös äyrään kaltevuuden tärkeyden sanotussa mielessä, on keskeinen merkitys mm. rantojen luonnonvaraisessa suojaautumisessa. Rantojen suojaamisessakin asia olisi pidettävä mielessä. Teknisessä suunnittelussa ei ehkä aina kiinnitetä riittävästi huomiota rantavoimien hillitsemisen mahdollisuuksiin.

Sotkamon järvissä ei ole niin laajoja ulapoita kuin Oulujärvessä. Toisaalta rantojen edustan purkutasot ovat Oulujärven rantalaakioita kapeammat. Tästä voi johtua, että ranta-aallokko täälläkin tavoittaa samat mittasuhteet ja voimakkuuden kuin Oulujärvessä.

Vaikutusrajahavainnot

Vaikkakaan säännöstelytutkimusten aikoihin ei arvattu ryhtyä ranta-aallokon muotoa ja voimakkuutta koskeviin mittauksiin eikä liioin paneutua aaltoiluteorian peruskysymyksiin, ei aallokon vaikutus rantaan jäänyt suinkaan huomiotta. Vyöryttihän tutkimusvuoden 1938 tulva pahoin törmä, joissa ilmeni eri muotoisia ja eri korkeudella olevia loveamia, joista aallokon vaikutuksen ulottuvuusvaikutusraja oli selvästi havaittavissa. Monet tällaiset kulutuslovet ja luis-kan taitekohdat ovat myös törmäleikkauksista todettavissa.

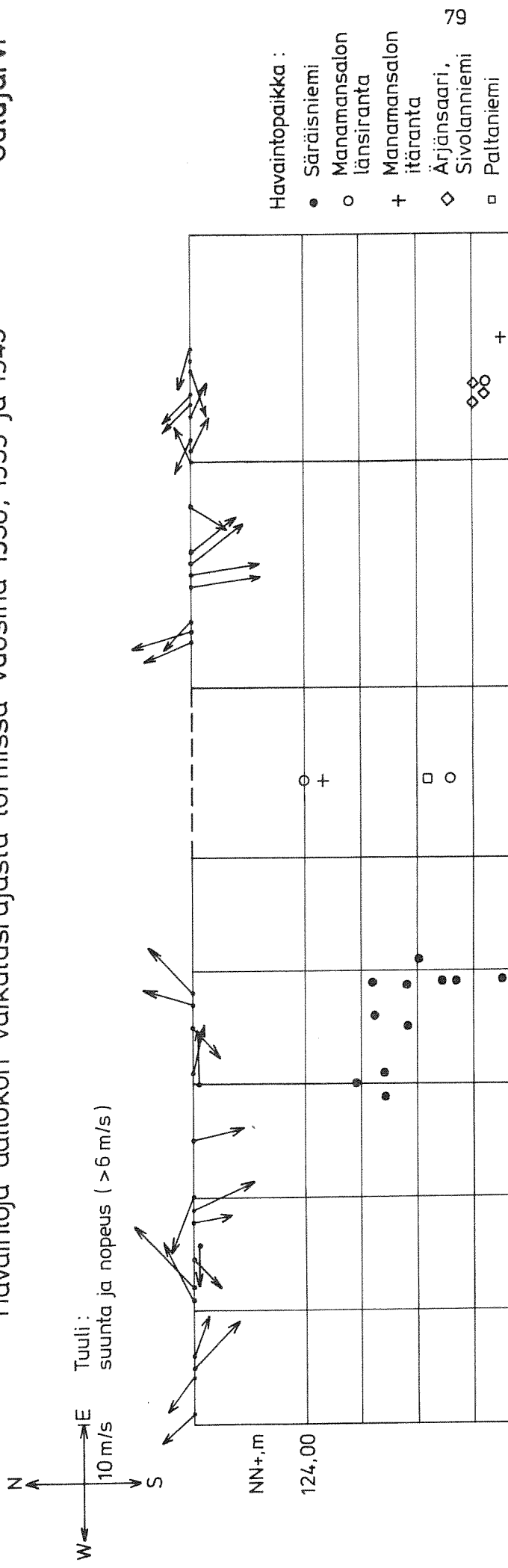
Asian keskeisen merkityksen vuoksi sen tulevia säännöstely-rajvoja ajatellen, tehtiin myös erillisiä aallokon vaikutus-rajaa koskevia erityismittauksia (ks. piirros 5). Oulujärven säännöstelysuunnitelmassa on esitetty vaaitusarvot 15:sta eri leikkauksesta, joissa ylimmän tulvan aiheuttama syöpymä oli selväpiirteisesti havaittavissa. Näissä kohdissa jotka kaikki sijaitsevat tutkimusvaiheesta johtuen Niskanselän ja Laiskanselän länsirannalla, törmän tyven tai syöpymän korkeus oli vallinnutta ylintä vettä vaihdellen 0,04...0,33 m ja keskimäärin 0,21 m ylempänä. Tämä keskiarvo todetaan suunnitelmassa aallokon vaikutuksen ulottuvuudeksi huippuvedenkorkeudesta.

Vastaavanlaisia eroosiolovia oli todettavissa vielä v. 1939 edellisen vuoden tulvan jäljiltä. Vuonna 1945 totesin Oulujärven tutkimuksellani myös monessa kohtaa selviä aallokon aiheuttamia porrastumia, joita vastaavien aallokon vaikutus-rajojen korkeudet vaaitsin. Nämä havainnot ja osa myös v. 1938 vaaituksista ovat esitettyinä piirroksessa 18, sijoitettuina ao. havaintoajan kohdalle vyöryaluemerkintöineen. Vedenkorkeuden ohella on piirrokseen merkitty myös tulvakausien voimakkaimmat tuulet.

Piirroksessa esitetyistä tuulisuhteista havaitaan, ettei Säräisniemen rantoja vastaan ole v. 1938 kohdistunut kovinkaan rajuja aallokoita. Sen sijaan selänvastainen Manamansalon länsiranta on ollut tähän verraten huonommassa asemassa. Voimakkaimmat läntiset tuulet ovat saavuttaneet 12 - 15 m/s nopeuden. Tästä on johtunut sanotulla ranta-alueella v. 1939 todettu melko poikkeava vaikutusrajan korkeus, mikä on lähes 0,4 m v. 1938 tulvaa ylempänä. Lähes samaan arvoon yltää Manamansalon itärannalla tehty havainto, joka puolestaan johtunee siitä, että purkutaso on tällä rannalla kapeampi kuin länsirannalla. Vuoden 1945 havainnoista, jotka vastaavat 0,15 m alemmaa tulvaa ja siis pienempää rantaveden syvyyttä kuin v. 1938, todetaam ylimmät vaikutus-rajat avarien selkien äärellä Ärjänsaassa Sivolanniemessä ja Manamansalon länsirannalla, joihin on kohdistunut mones-ti voimakas aallokko (tuulen nopeus 12 m/s). Korkeusero

Havaintoja aallokon vaikutusrajasta törmissä vuosina 1938, 1939 ja 1945

Oulujärvi



vaikuttavaan vedenkorkeuteen on näissä kohdissa ollut 0,25 m tienoilla. Ylimmän veden alapuolelle asetettujen alimpien havaintojen osalta on kai päätettävä, että hieta- hiesupitoisissa Paltaniemen törmissä vyöryä oli sanottuna kesänä jo aikaisemmin tapahtunut ja nyt kysymyksessä oli veden uurtama uusi eroosiolovi.

Aallokkovaikutusta voimistavat tekijät

Oulujärvestä lähtivät jäät vuosijaksona 1910 - 1950 keskimäärin toukokuun 12. päivänä ja Sotkamon järvistä viikkoa myöhemmin (Hydrografinen toimisto 1954). Jäänlähdössä, joka yleensä kestää useita päiviä, on kuitenkin melkoisia vaihteita. Esimerkiksi v. 1938 jäät lähtivät Oulujärvestä vasta kesäkuun 4. päivänä, jolloin vesi oli jo noussut 10 cm päähän huippukorkeudestaan. Sotkamon järvissä jäänlähtö sattui tulvahuipun aikana. Järvet ovat vielä jäässä veden aloitettua nousunsa kevättalven alivedestä. Kohoava vesi irrottaa jäitä rannoista, mistä aiheutuu maa- ja kiviaineksen siirtymistä purkutasolla ja rantaäyräällä. Vyörytörmien kannalta on merkityksellisintä jäälauttojen ajelehtiminen rannoilla. Jos jäänlähtö on tulvaan nähden myöhäinen, voi aallokko saada jäälohkareet avukseen moukaroimaan rantatörmää. Sotkamon järvissä, joissa tulva on aikaisempi ja jäänlähtö myöhäisempi kuin Oulujärvessä, tällainen vaaratilanne on suurempi. Terävien jääteliön törmää työstävä vaikutus voi olla varsin tuhoisa, sillä aallokko voi painaa niitä varsin korkeallekin törmän luiskaan. Jäänlähdön edellä rantaan ajautunut jääsohjo ja jäälautat ovat toisaalta omiaan vaimentamaan aallokkoa, mutta tämä vaihe on lyhytaikainen ja voimakas aallokko rikkoo piankin tällaisen suojan.

Samankaltaisen asean aallokko voi saada rannalle ajautuneista tukeista ja propseista. Puutavaran karkaaminen Oulujärven suurten selkien yli tuolloin uitetuista kehälautoista ei ollut niinkään harvinaista. Tulvan aikana ei järviuittoa tosin vielä keritty paljoakaan suorittamaan, mutta vanhaa uitotavaraa jää rannoilta aina keräämättä. Voimakkaassa aallo-

kossa varsinkin järeän puutavaran törmää rikkova vaikutus on samantapainen kuin jäätelien. Vaikutus on kuitenkin haitallisempi siinä mielessä, että ajopuut pysyvät yleensä paikoillaan koko tulvakauden. Sattumanvaraista on se, mille rantaosuuksille uittotavaraa on ajautunut. Törmän vyöryessä suistuu veteen myös kasvavia puita lähinnä mäntyjä. Näiden vaikutus ei kuitenkaan ole niin tuhoisa kuin tukkien, sillä juurakko ja latva sitovat puunrunkojen liikettä.

Jäätelien ja ajopuiden osuus rantojen vyörymisessä on monestikin varsin tuntuva. Ranta-asukkaat tuovat törmien vyörymisestä kertoessaan useasti esiin näiden voimakkaan puskuri-vaikutuksen. Tämä voimistuu korkealla tulvalla, jolloin jäätelit ja tukit aallokon tyrskyvaiheessa iskeytyvät törmään. Vuoden 1949 tulvan aikana saatoin omakohtaisesti todeta ajopuiden osalta ylläkerrotun. Oulujärven rantueita esittävästä valokuvista voi havaita, miten runsaasti ajopuita rannoilla saattaa olla.

7.4 MAANKOHOAMINEN

Maankohoamisilmiö, joka on voimakkaampaa maassamme luoteis- kuin kaakkoissuunnalla, on aikojen kuluessa muokannut vesistöitämme, jopa muuttaen päävesistöjen laskusuuntiakin. Oulujoki on kuitenkin saanut pitää entisen juoksunsa Perämereen. Oulujärven muodonmuutoksen kehittymisestä maankohoamisen seurauksena on hiljattain esitetty uusia tutkimustuloksia, (Koutaniemi, Keränen 1983). Tutkimuksesta on julkaistu tiivistelmä, "Oulujärvi ennen ja nyt", sanomalehti Kalevassa (246 ja 247/1983). Tämä tutkimus osoittaa mm., että nykyisen Oulujärven alueella maan kallistuminen on altaan kuroutumisen jälkeen ollut suuruusluokkaa 15 m. Koska nousu on tapahtunut altaan lasku-uoman niskalla, järven pinta-ala on alati kasvanut veden peittäessä aikoinaan huomattavia alueita etenkin altaan itäisellä laidalla. Paltaselkäkin onsaattanut olla erillisenä järvenä.

Varsin yleisesti pidetään maankohoamisilmiötä syynä tai ainakin painavana osatekijänä siihen, että rantojen vyöryminen on ollut voimakkaampaa Oulujärven itäosassa kuin länsiosassa. Koska maa kohoaa Oulujoen niskalla, Vaalankurkussa, nousee myös vastaavasti vedenpinta, mutta suhde maanpintaan pysyy samana. Sen sijaan vastakkaisella Kajaanin seudulla, missä maankohoaminen on pienempi, merkitsee ilmiö vedennousua ja padotusta maanpintaan nähden. Yllä kerrotun perusteeksi on mm. esitetty, että Säräisniemellä ja Kuostonsaarelakin on rantojen vyöryminen paljolti laantunut, kun taas esimerkiksi Koutaniemellä vyöryminen on ollut jatkuvasti voimakasta. Huomio on tuolloin ilmeisesti kiinnittynyt lähinnä vain Säräisniemen pohjoissivustaan, jonka osittain kivipitoinen hiekka-hietamaa on luonut hyvät edellytykset törmien luonnonvaraiselle suojautumiselle. Koutaniemen hiesunsekaiset hietatörmät ovat sen sijaan alttiita niin Ärjänselältä kuin Paltaselältä suuntautuvalle aallokolle eivätkä ne saa rantaäyräälle suojakseen paljoakaan veden kuljettamaa maainesta. Säräisniemen etelärannan hietaiset hiesumaan törmät ovat jatkuvasti alttiina vyörymiselle ja esimerkiksi Vuoreslahden ja Paltaniemen maat vyöryrannat ovat suojautuneet suhteellisesti paremmin kuin järven länsipäässä olevan verraten suojaisten Painuanlahden rannat. Tässä lausuttu koskee järven luonnonvaraista tilaa.

Maankohoamisen voimakkuus on viimeisimpien tutkimusten mukaan (Kääriäinen 1966) Vaalanniskan tienoilla 8,3 mm/a ja Paltaniemellä 7,7 m/a, vuotuisen eron ollessa Oulujärven eri laidoilla 0,6 mm/a. Kymmenessä vuodessa vesi nousee näin ollen Oulujärven itälaidalla 6 mm ja sadassa vuodessa 6 cm. Tuhannessa vuodessa ero on jo 60 cm, jos maankohoamisen voimakkuus on pysynyt samana.

Maankohoamisilmiö suosii siis Oulujärven länsiosaa vyörymishaittoja ajatellen. Jos pitäydytään Oulujärven lähihistoriaan, vaikkapa vain perimätietojen rajaamaan aikakauteen, tuo 100:ssa vuodessa tapahtuva 6 cm maan kallistumisen eroavuus järven rannoilla ei ole voinut käsitykseni mukaan merkittä-

vämmän vaikuttaa vyörytapahtumaan ja vyöryrantojen muotoon, ainakaan niin, että se olisi silminnähden rantakuvassa havaittavissa. Mielipidettäni tukevat ne havainnot ja mittaukset, jotka osoittavat muiden tekijöiden, varsinkin maalajin, vaikutukset vyörytörmien muotoutumisessa. Sen lisäksi näyttäisi vyöryrannoilla olevan eräänlainen kyky muovautua valitsevien vedenkorkeuksien mukaisesti ja suojautua rantavoimia vastaan.

Säännöstellyssä Oulujärvessä on vedenkorkeustilanne maankohoamisen osalta muuttunut. Lupapäätöksen mukaan järven säädelty vedenkorkeus on nimittäin määritettävä kolmen vedenkorkeusmittarin, Vaalan, Melalahden ja Vuottolahden vedenkorkeuksien keskiarvona. Koska näistä mittareista kaksi sijaitsee järven itäpuolisessa osassa ja siis maankallistuksen takalinjalla, supistuu maankohoamisen edellä sanottu vaikutus itärannan vedennousuun enää noin kolmanneksen aikaisemmasta, eli siis n. 2 cm:ksi 100:ssa vuodessa. Vyörymisen tapaisen luonnon tapahtuman kehittymisen kannalta ei tällä muutoksella ole merkitystä.

Puhuttaessa maankallistumisen vaikutuksista vesistöihin, kerrottakoon tässä eräs esimerkki siitä, miten tämä aihe on voinut joskus saattaa ajatukset harhateille. Käteeni osui nimittäin vanha lehtileike, josta luin "Käytännön näytteenä maankallistumisesta itään olevan Höytiäisen ennenaikaisen purkauksen Pyhäselkään padon murtumisen vuoksi". Syyksi todetaan: "- maan kallistuminen oli lisännyt veden painetta tähän suuntaan enemmän kuin uomanrakentajat olivat arvanneetkaan". Onpa maankohoaminen Viinijärven suunnalla ollut melkoista yhden työpadon aikana !

7.5 Routa ja säätekijät

Tulvanaikaiset vedenvoimat jättävät laannuttuaan rantatörmät yleensä epämuotoiseen tilaan ja monesti varsin runnotun näköisiksi. Törmän tyvessä saattaa olla pystyseinäisiä lovia tai kartiomaaisia vyörykeiloja, ylempänä taas melko jyrkkiä

kohtia, jotka useasti kattaa räystäsmäinen uloke. Törmä voi kokonaisuudessaan jäädä myös pystysuoraksi seinämäksi, jollaisena se voidaan tavata vuosi - ehkä kaksikin - tuhoa tehneen tulvan jälkeen. Törmän jyrkkä ja polveileva muoto merkitsee sitä, että se on jännitystilassa, minkä laukeamista hidastaa maaraakeiden koossa pitävä voima. Onhan maaperä saanut olla häiriintymättömässä tilassa vuosituhansien ajan. Eräät luontotekijät pureutuvat puolestaan törmään muovatakseen siitä uudelleen, yleensä tasapainoisempaan tilaan. Näitä tekijöitä ovat routa, sade ja tuuli. Tältä osin ei mittaushavaintoja ole tehty. Seuraavassa esitetty perustuukin vain yleisiin havaintoihin ja otaksumiin.

Routa

Maahuokosissa olevan veden jäätyminen aikaansaa maan pintakerroksen kovettumisen so. routaantumisen. Roudan syvyydellä tarkoitetaan tällaisen pintakerroksen vahvuutta. Maan routimiseksi sanotaan tätä jäätymisilmiötä yleensä vasta silloin, jos se aiheuttaa maan liikkumista tai sen ominaisuuksien muuttumista siinä määrin, että siitä aiheutuu rakenteiden vaurioituminen. Geoteknisen määrittelyn mukaan maan sanotaan olevan routivan, jos sen tilavuus suurenee maan huokosissa olevan veden jäätyksen johdosta (Korhonen, Arhippainen 1963 ja lähdekirj.). Roudan syvyys on riippuvainen sekä säästä, maasta että maaperätekijöistä.

Ilmastollisista tekijöistä ovat tärkeimmät ilman lämpötila ja maata suojaavan lumipeitteen vahvuus. Maastollisia tekijöitä ovat maan kasvipeite ja puusto sekä maaston kaltevuussuhteet. Maaperän rakeisuudella ja kosteussuhteella on tärkeä vaikutus maan routaantumiseen. Sora on routimaton maa-laji ja yleensä myös hiekka ja karkea hietakin. Erittäin routivia maalajeja ovat hienohieta, hiesu ja savi sekä näitä maa-lajitteita sisältävät moreenimaat.

Oulujärven seudulla lumen keskimääräinen maksimisyvyys on 50 cm tienoilla ja vastaava roudan syvyys 30-40 cm. (Vesientutkimuslaitos 1977). Täältä itäänpäin mennessä roudan syvyys alenee lumipeitteen kasvaessa ja pohjoisempana taas lisäytyy pakkassumman suuretessa. Osoituksena lumipeitteen eristävistä vaikutuksesta on se, että Oulujärven tienoilla on rakenteiden perustamisessa varauduttava lumettoman maan n. 200 cm:n routasyvyyteen riittävä varmuusarvo huomioon otettuna.

Vyörytörmien routaantumisessa on huomattava alueellisia, lähinnä maaperästä johtuvia eroavuuksia. Hiekkatörmien ohella on mukana myös runsaasti routivista koheesiomaalajeista muodostuneita törmä (ks. piirroksat 12 ja 13). Samassa törmässä voi olla maalajiltaan erilaisia kerrostumia. Törmien routaantumisessa on kuitenkin erityistä se, että routaantumis-edellytykset vaihtelevat lumipeitteen takia törmän eri kohdissa. Törmän päälly, rannan rinne, vastannee seudullisia olosuhteita, joskin niidenkin lumipeite aavojen alueiden laidalla voinee olla jonkin verran normaalia ohuempi. Törmän luiskän yläosa on monestikin pystysuora, mikä tietää sitä, ettei se saa paljoakaan päälleen suojaavaa lumikerrosta. Tästä johtuu, että routa etenee sanotunlaisessa törmän osassa, jossa ei myöskään ole eristävää pintaturve- tai nurmikerrosta vaakatasossa pintamaata syvemmälle. Törmän yläosan maaines on yleensä kuivaa hyvän kuivatuksen vuoksi ja myös siksi, että korkeahkoissa törmissä kapillaarinen vedennousu on verraten vähäistä. Törmän alarinne saa puolestaan varsin vahvan lumipeitteen, sillä se tarjoaa myös hyvän kiinnepohjan jääkentiltä puhaltavan lumen kinostumiselle. Tämä on täältä osaltaan puolestaan kosteampaa kuin yläosa, sillä sadevesien ohella pohjaveden - so. likimain järven vedenkorkeuden - läheisyys lisää maan kapillaarisesti syntynyttä vesipitoisuutta, mikä puolestaan edistää routaantumista.

Maan jäätyminen ei sinänsä vaikuta törmän muotoon, se pikemminkin varmistaa törmän kestävyuden talven ajaksi - tämä

siitäkin huolimatta, että maan jäätymisestä johtuva tilavuuden lisääntyminen aiheuttaa jo maan muutoksia. Toisin on keväällä, jolloin maan lämpötilan ylittäessä jäätymispiirteen maassa olevat jääkiteet ja vaakatasossa olevat linssimäiset jääkerrokset sulavat. Tällöin maakerroksen kantavuus pienenee, maa pehmenee ja hiesumaiset maat muuttuvat juokseviksi. Ylimpiin maakerrokseen syntyy usein myös ylikyllästystä ja veden painetta, joka ilmenee ns. routasilmäkkeinä.

Oulujärven korkeudella pysyvä lumipeite metsistä on hävinnyt keskimäärin jäänlähtöaikaan eli toukokuun 12 päivään mennessä. Routa sulaa täällä noin 3 viikkoa lumen sulamisen jälkeen. Tämä merkitsee sitä, että tulvien tavoittelussa törmää niiden routa on sulanut. Sen sijaan ne saattavat hyvinkin olla vielä roudasta johtuvan maan liikahtelun alaisia. Roudan sulamisen vaikutukset ovat monenkaltaiset. Törmässähän on useasti erilaatuisia maakerroksia, roudan syvyys eri osilla vaihtelee ja roudan sulaminenkin voi lumipeitteestä johtuen tapahtua eriaikaisesti. Selvää lienee, että maakerrosten kostuminen ja toisiinsa iskostuneiden maarakeiden löyhtyminen vapauttaa varsinkin ylijyrkän törmän jännitystiloja. Voitaneen sanoa, että routaantumisilmiö sulamisvaiheessaan on voimakas alkupanos törmän pyrkiessä asettumaan sille ominaiseen tilaansa. Roudan sulaessa ainakin törmän tyviosan pystyseinäiset kohdat ilmeisesti laukeavat ja törmän luiskaan voi ilmetä halkeamia, josta myöhemmin seuraa maan lohkeilua. Hiesupitoisen maan kostuminen lisää sen juoksuminaisuuksia, ja näin roudan sulaessa törmän tyvestä valuu maa-ainesta rantaäyräälle. Törmän tyven heikontuminen ja törmän lohkeileminen voi siinä määrin järkyttää törmän tilaa, että se sortuu alas koko korkeudeltaan. Geoteknillisessä mielessä tällainen vyöry on yleensä juoksusortuman kaltainen siihen tapaan kuin se ilmenee hieta- ja hiesumaihin kaivetuissa uomissa. Edellytyksiä liukusortumaksi katsottavaan vyörymiseen saattanee myös ilmetä.

Maan routivuuden vaikutus vyörytörmien muotoutumiseen on monimuotoinen ilmiö, jonka lähempi selvittäminen olisi oman tutkimuksen arvoinen.

Säätekijät

Sateella on myös tietty osuutensa vyöryrantojen muotoon, joskin sen vaikutus kohdistuu vain törmän pintakerrokseen. Avoimella törmällä ei ole suojaa puustosta eikä kasvipeitteestä tuulen iskiessä sadeveden rajusti törmää vasten. Sadevesi juoksuttaa alas törmän pinnasta löyhempää maa-ainesta hiekkaa ja hietaa. Törmän pinnassa voi monesti havaita vesivirtojen kaivamia uramaisia kuvioita. Kerroksellisessa maaperässä sen lustollisuus korostuu sateen vaikutuksesta. Milloin törmän reunaan päättyy runsasvetisiä oja ja noroja, veden eroosio törmässä voi olla voimakastakin. Hiesupitoisessa törmässä sade aiheuttaa maa-aineksen juoksemista ja lasahtimista loiventaen törmän muotoa.

Sateella on pääasiassa vain törmien pintaa silaava vaikutus ja se harvoin aikaansaa mainittavampia törmän laukeamisia. Tiedossani on kuitenkin kaksi tapausta, joissa edellisen syksyn sateesta johtunutta maan runsasta kostumista on pidetty syynä siihen, että jo kypsyneen törmän pintakerros siinä kasvavine puineen on lähtenyt lauttana liikkumaan alas ilman, että törmän tyven vakavuus olisi tulvan takia pettänyt. Näin on todettu tapahtuneen Ärjänsaarella v. 1930 ja 1975. Sadehavaintojen osoittama poikkeuksellisen runsas sateisuus edeltäneenä syyskautena vahvistaa esitetyn otaksuman todennäköisyyttä.

Tuulen vaikutus törmään on yleensä edellä esitettyä rajatumpi. Ulapalta puhaltava kova tuuli pystyy kylläkin irrottamaan jonkin verran varsinkin törmän yläosassa olevaa kuivaa hiekkajähieta-ainesta. Se tuo esiin myös sateen tapaan eri maalajitteista kerrostuneita lustoja. Törmästä irronnut aines ei näytä sanottavammin kerääntyvän törmän yläpuoliselle rannan rinteelle, johon voi vaikuttaa törmässä useasti ilmevä räystäs. Lentohiekka kulkee pääasiassa pitkin rantaa kerrostuen siellä oleviin esteisiin, juurakoihin ja rankoihin.

Varsin herkästi tuuli paljastaa törmän reunalle kasvavien mäntyjen juuristoa altistaen puut tuulikaadoille. Kaatuneet puut aiheuttavat puolestaan törmän yläosaan repeämiä. Ranta-äyrästä, vaikka se olisi kuivaakin, ei tuuli pysty sanottavastikaan kuluttamaan. Kokonaisuuteen katsoen ei tuulelle törmän muotoutumiseen nähden ole merkittävää osaa.

Aikojen kuluessa on törmistä irronnutta lentohiekkaa ja -hie-
taa kasautunut törmärantojen sivustoilla oleviin lahdekkei-
siin. Täällä tämä aines on ollut osaltaan korottamassa ja
muokkaamassa veden kasaamia hiekkakaarteita ja kynnäitä. Täl-
laisia dyynimäisiä lentohiekkavalleja tavataan mm. Säräis-
niemellä Kontionpäänniemessä ja useissa kohden Manamansaloa,
kuten Soiluanniemessä ja Rytökynnäessä.

8 VYÖRYRANTOJEN MUOTO JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Vyöryrantojen muoto-opillisia mittoja koskevan käsittelyn osalta on aluksi huomautettava, että eri yhdistelmien kokoamisessa ei ole voitu käyttää hyväksi uudenlaisia tietojenkäsittely- ja tutkimusmenetelmiä. Syynä siihen on se, että osa perusaineistoa on koottu ja käsitelty 1950-luvulla, eikä aineiston uudelleen muokkaamiseen ole enää ollut mahdollisuutta. Eräänä ratkaisevana seikkana tähän on ollut se, että osa työkartoista on viraston muuton yhteydessä hukkaantunut. Esityksessä on kuitenkin koetettu välttää numerollisia taulukoita laatimalla yhteenvedot lukijan kannalta havainnollisempina graafisina esityksinä. Tulokset on yleensä esitetty painoarvoina, jotta samalla saataisiin kuva kulloinkin tarkasteltavana olevan tutkimuskohteen edustavuudesta. Tällaisesta aineiston käsittelytavasta on toisaalta saattanut olla se etukin, että se on hillinnyt pyrkimystä regressiokäyriin tapauksissa, joissa liian monen muuttujan vuoksi ei ole tähän riittävää perustetta.

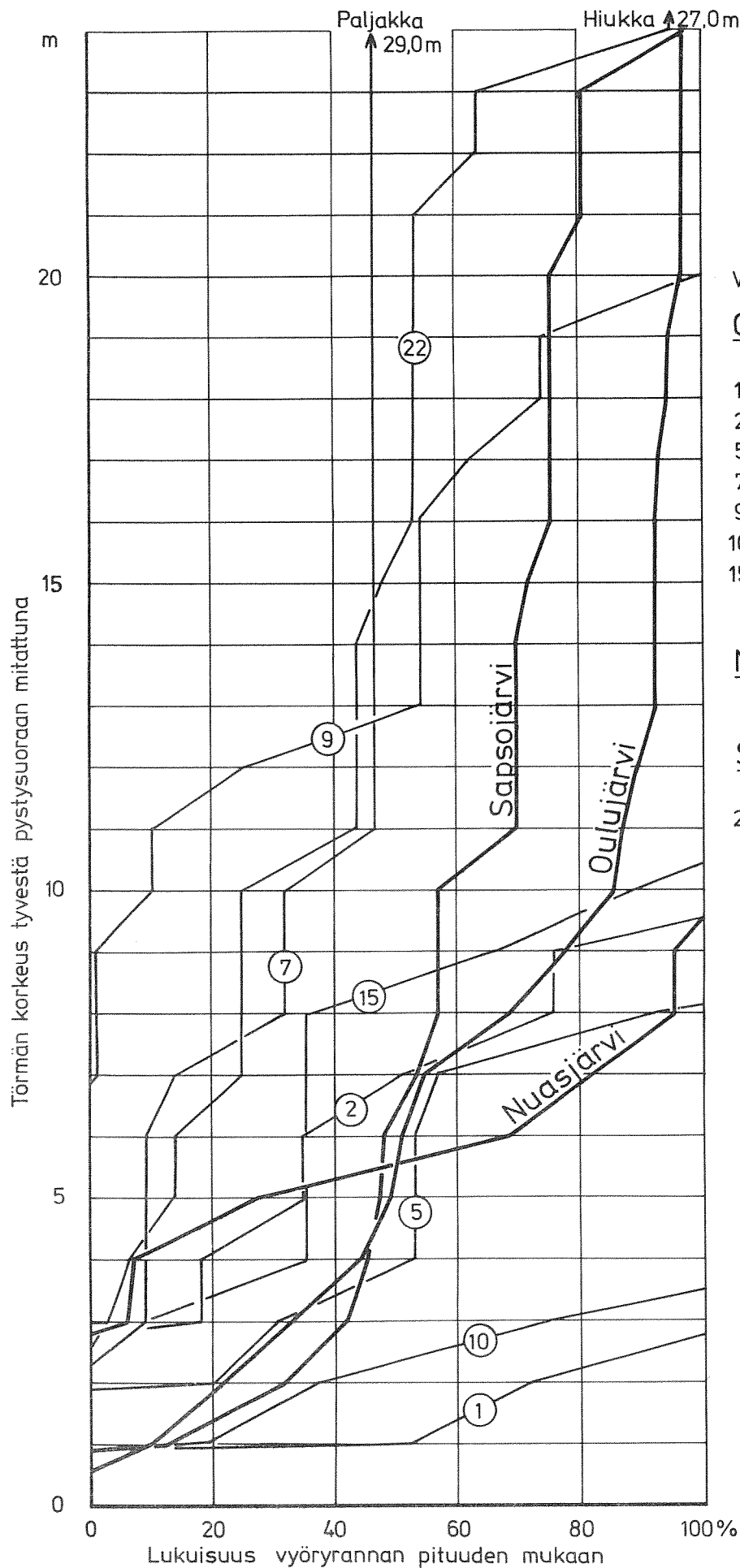
8.1 TÖRMÄN KORKEUS

Törmän korkeus mitattuna pystysuoraan tämän tyvestä sen yläreunaan ei ole muuttuva suure, ellei oteta lukuun törmän siirtymisestä ja rantaäyrään kehittymisestä johtuvia vähäisiä muutoksia mittauksen lähtökohdissa. Vyöryminen voi kylläkin saada eri korkeissa törmissä vaihtelevia muotoja. Törmän korkeus määrää puolestaan törmän kaltevuuden. Rantojen maisemakuvassa törmän korkeudella on näyttävä sija, sillä se luo kullekin vyöryalueelle tunnusomaisen luonteen.

Oulujärven ja Sotkamon järven törmien korkeussuhteet käyvät ilmi piirroksista 19. Törmän korkeuden vaihteluita kuvaamaan Oulujärven eräillä alueilla on piirroksessa esitetty arvot seitsemästä eri vyöryalueesta. Piirros osoittaa huomattavia törmien korkeuden vaihteluita. Korkeimmaksi, 29 m, yltää

90
Törmän korkeussuhteet vyörymiselle alttiissa törmässä
v. 1945

Oulujärvi,
Sotkamon
järvet



Vyöryalue :

Oulujärvi , 47,5 km

- 1. Painuanlahti 2,9 km
- 2. Säräisniemi 6,6 km
- 5. Manamansalon länsir. 6,8 km
- 7. Manamansalon itär. 2,8 km
- 9. Ärjänsaari 4,9 km
- 10. Vuoreslahti 2,0 km
- 15. Paltaniemi , Sutela 4,3 km

Nuasjärvi , 5,5 km

Sapsojärvi , 6,6 km

22. Hiukka 3,5 km

Paljakan törmä, jonka mahtavuutta lisää vielä sen edessä avautuva laaja Ärjänselkä. Sotkamon Hiukan törmä jää sanotusta korkeudesta 2 m päähän. Ärjänsaaren törmät eivät saavuta ennätyskorkeuksia, mutta kokonaisuutena tämä vyöryalue on edustavimpia. Sen törmien vaihtelu on 7 - 20 m. Mediaanikorkeus on 13 m, jota korkeampia on siis puolet vyöryrantapituudesta eli lähes 2,5 km. Paltaniemen, johon vanhan hautausmaankin alue kuuluu, törmistä n. puolet on korkeudeltaan 8,5 m ja korkeimmat n. 10 m. Matalimmat törmät ovat Painuanlahdessa ja Vuoreslahdessa, vaihtelu 1,0 - 3,5 m. Nuasjärveä esittävä käyrä osoittaa törmän korkeuden vaihtelun pienemmäksi kuin muissa järvissä (3,0 - 9,5 m). Mediaanikorkeus, jota korkeampia ja matalampia törmäpituuksia on yhtä paljon, sattuu kaikissa järvissä n. 6 m tienoille. Tämä suure on perustana silloin, kun vyöryrannan eri mittojen nojalla laaditaan Oulujärven tavalisinta törmää esittävää kuvaa (ks. jäljempänä piirros 28).

8.2 TÖRMÄN TYVEN KORKEUSTASO

Vyöryrannan kiintoisin ja samalla myös törmän vyörymisen kannalta merkityksellisin kohta on törmän tyvi ja eritoten sen korkeustaso. Tämä törmän ja rantaäyrään taitteena selvästi erottuva yhtymäkohta on korkeudeltaan muuttuva. Vyöryvaiheesta riippuen voi samastakin leikkauksesta eri aikoina saadut tyven korkeutta koskevat vaaitusarvot poiketa toisistaan. Milloin tulvanaikainen ranta-aallokko ei jonain vuonnan yllä törmän tyveen, törmässä ei yleensä tapahdu merkittäviä muutoksia.

Eri mittaustulosten vertailu

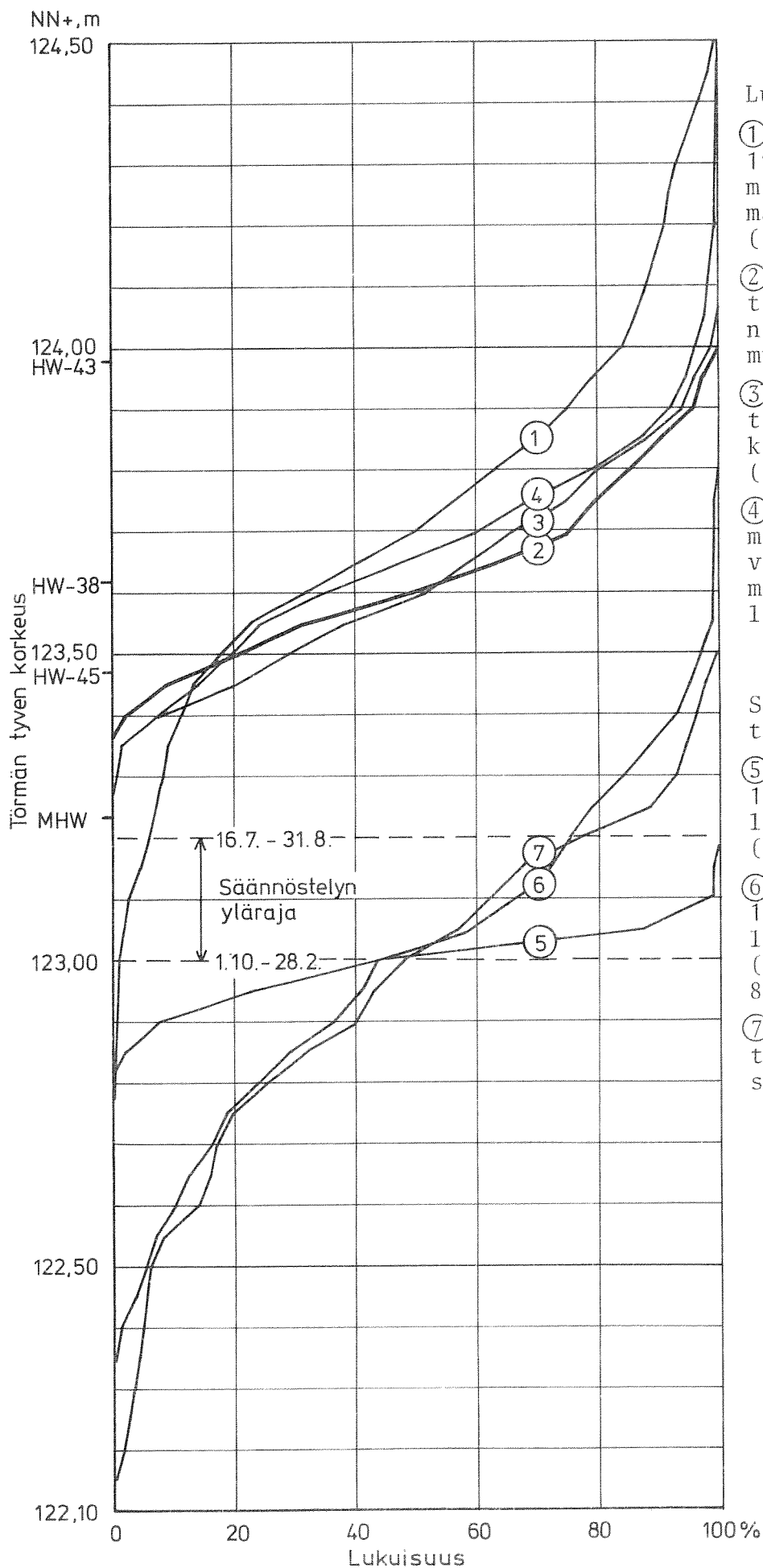
Oulujärvellä on törmän tyven korkeusvaaituksia tehty monessa eri yhteydessä, myös säännöstelyn aikana. Näissä tutkimuksissa saatuja tuloksia on aluksi syytä vertailla rinnakkain,

jotta voitaisiin tehdä päätelmiä tuloksissa ilmenevistä eroavuuksista. Piirroksessa 20 on esitetty törmän tyven korkeudesta seitsemän eri lukuisuuskäyrää, joiden selostus on esitetty piirroksessa. Eräiden tutkimusten lukumääräarvot on muunnettu vastaamaan suhteellista lukuisuutta.

Oulujärven luonnontilaa koskevalla neljällä törmän tyven korkeutta esittävällä käyrällä on haluttu selvittää sitä, miten paljon tulokset eroavat siitä riippuen, onko törmän tyven korkeus ilmastu mittauskohteen lukumäärään vai rantapituuksiin perustuvilla tiedoilla. Edelleen on pyritty vertailemaan sitä, miten samassa mittauskohdassa eri vuosina tehtyjen vaaitusten tulokset poikkeavat toisistaan.

Vertailtaessa keskenään käyriä 1 ja 2 osoittaa ensiksi mainittu, v. 1938-1939 rantatutkimuksia vastaava käyrä suurempaa vaihtelulaaajuutta kuin käyrä 2. Tämä johtunee osittain siitä, että yksityisten, lyhyitä rantaosuuksia koskevien mittauskohteiden osuus on liiaksi painottunut. Osuutensa voi olla myös eri vuosina suoritetuilla mittauksilla. Sanottujen käyrien korkeusero mediaanin kohdalla on vain 10 cm, mutta tästä ylöspäin eroavuus suurenee. Syynä tähän katsoisin olevan paljolti sen, että rantatutkimuksissa on mukana hiekkakaarteiden reunustamia rantoja, joita ei ole pidettävä tässä yhteydessä tarkoitettuna vyöryrantana. Jos jätetään huomioon ottamatta käyrien yläosat ja sen alaosista 10 % lukuisuutta pienemmät osuudet jää käyrien korkeusero pienemmäksi kuin 10 cm, mitä ei voida enää pitää perin merkittävänä.

Käyrät 2 ja 3, jotka esittävät v. 1945 mittaustuloksia osuvat puolestaan varsin lähelle toisiaan niiden korkeuseron pysyttellä pienempänä kuin 5 cm. Tämä osoittaa sitä, että käytännön kannalta on päästy samaan tulokseen käyttämällä mittauskohteiden lukumäärään tai rantaosuuksien pituuteen perustuvia lukuarvoja. Edellytyksenä tällaiselle tulokselle on ollut se, että mittaukset on normaalisti suoritettu määrä-



Luonnontila:

- ① Kaikki törmät v. 1938-1939 tutkimusten mittauskohteiden lukumäärän (149) mukaan (suunnitelma).
- ② Vyörymiselle alttiit törmät v. 1945 vyöryrannan pituuden (47,5 km) mukaan.
- ③ Vyörymiselle alttiit törmät v. 1945 mittauskohteiden lukumäärän (80) mukaan.
- ④ 3-kohdassa olevia mittauskohteita vastaavat törmät v. 1938-1939 mittauksissa kohteiden lukumäärän (80) mukaan.

Säätöselvityksen aikainen tila 1.11.1951 lähtien:

- ⑤ Vyöryvät törmät v. 1963 mittauskohteiden lukumäärän (108) mukaan. (Vesivoimatoimikunta).
- ⑥ Syöpyvät törmät v. 1963 mittauskohteiden lukumäärän (108) mukaan. (Katselmuskirja, liite 8).
- ⑦ 6-kohdan mukaiset törmät v. 1969 (katselmuskirja, liite 9).

väle in (500 m), ja ettei törmän tyven korkeudessa samoilla rantaosuuksilla ole kovin suuria vaihteluita.

Eriaikaisesti, mutta samassa mittauskohteessa tehtyjä vaaituksia kuvaavien käyrien 3 ja 4 keskinäinen vertailu osoittaa, että keskeisimmässä lukuisuusvyöhykkeessä (20...50 %) viimeksi mainittu käyrä kulkee 7 cm käyrää 3 ylempänä. Käyrän 4 arvot on saatu v. 1938 tulvan jälkeisessä tilanteessa (v. 1938...1939) ja käyrän 4 taas tätä tulvaa 15 - 20 cm alemman tulvan vallitessa (v. 1945). Kun v. 1943 tulva vyörytti rajusti Oulujärven törmää, olisi ehkä odottanut, että tämän vyöryn jäljeltä 2 vuotta myöhemmin olisi saatu verraten korkeitakin törmän tyven korkeusarvoja. Koska tulokset eivät tätä osoita on asia ilmeisesti käsitettävä niin, että tuolloin vyöryneet törmät ovat jo pääosiltaan kokonaan lauenneet alas ja näin korkeustasossa alentuneeseen törmän tyveen on jo v. 1945 korkuinenkin tulva jo osittain saamassa otetta. Edellä sanottu 7 cm eroavuus törmän tyven korkeudessa ei sinänsä ole järin suuri, mutta tulvakorkeuksiin nojautuva päätelmä kertonee osaltaan törmän tyven muuttuvuudesta.

Oulujärven säännöstelynaikaista tilaa koskevat törmän tyven vaaitukset on suoritettu täydentävään katselmustoimitukseen liittyen 12 ja 18 vuotta säännöstelyn aloittamisen jälkeen. Piirroksessa 20 kuvattu käyrä 5 vastaa säännöstelyn toimeenpanijan, vesivoimatoimikunnan suorittamien tutkimusten tuloksia heinäkuussa 1963. Samana vuonna toimitusinsinöörin esittämässä kohteissa tehtyjen vaaitusten tuloksia kuvaa käyrä 6. Vaikka vaaituskohteiden lukumäärä sattuuakin samaksi, kysymys on eri leikkauksista. Sen sijaan käyrä 7 esittää tuloksia kuusi vuotta myöhemmin tehdystä käyrää 6 vastaavista uusinta-vaaituksista. Vertailtaessa näitä käyrien korkeusasemaa piirroksen merkittyyntä säännöstelyn ylärajan korkeuteen voidaan päätellä, ettei kysymys voi moneltakaan osin olla harjurantojen vyöryrannoista, joita käyrät 1 - 4 esittivät. Varsinkin

käyrien 6 ja 7 perustana olevat maastokohteet ovat paljolti riippuneet niistä, rantojen kulumiseen kohdistuneista, ao. maanomistajien tekemistä valituksista, joiden aiheellisuus on haluttu tutkimuksin tarkistaa. Niihin sisältynee myös turvemaan kulumiseen kohdistuvia vaaituksia. Kysymys on nähdäkseni lähinnä yleisestä rantaeroosiosta säännöstelyn muuttamissa olosuhteissa. Tähän viittaa myös se, että käyrien 5 - 7 mediaaniarvo sattuu säännöstelyä verraten pitkäaikaisen ylärajan kohdalle, joka on ylintä rajaa 20 cm alempana. Käyrien 6 ja 7 pieni eroavuus osoittaa sitä, ettei kuuden vuoden aikana ole tapahtunut sanottavaa muutosta eroosioportaan tyven korkeudessa.

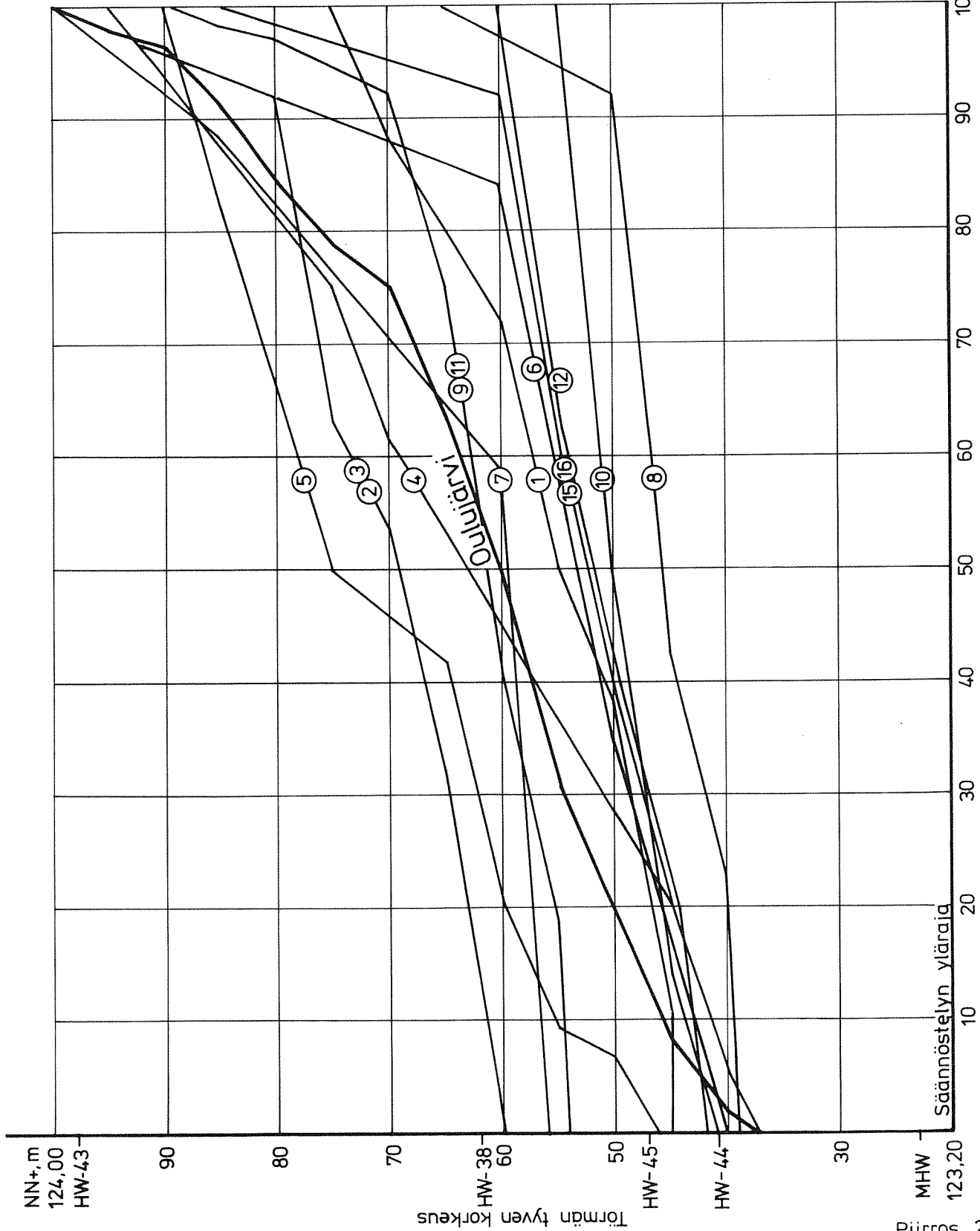
Aluekohtainen tarkastelu

Oulujärven törmien tyven korkeussuhteet vyöryalueittain käyvät ilmi piirroksista 21. Koko järveä koskevasta yhdistelmäkäyrästä todetaan tyven korkeuden vaihteluksi 123,00 - 124,00 eli 60 cm. Jättämällä pois lukuisuusalueen äärirajoilta 20 % osuus supistuu vaihteluraja 40 cm:ksi. Mediaanikorkeus on 123,60. Vertaamalla yhdistelmäkäyrää tulvakorkeuksiin todetaan ylimpien tyvikorkeuksien olevan v. 1943 tulvan tasolla. Puolet törmistä on tyven korkeudeltaan tätä tasoa n. 40 cm alempana ja puolestaan v. 1945 tulvakorkeuteen verrattuna, tätä tulvaa n. 15 cm ylempänä. Vuoden 1945 tulvakorkeutta vastaa n. 15 % lukuisuusarvo. Keskiyliveteen nähden ovat alimmat tyven korkeudet tätä n. 15 cm ja mediaaniarvoa vastaavat törmät n. 35 cm ylempänä. Tämäkin osoittaa sen, ettei korkea tulva jätä jälkeensä pitkäksikään aikaa pysyvää eroosiolovea, vaan törmän auetessa sen tyvi asettuu tulvan vaikutusrajaa alemmaksi. Nyt puheena olevissa vaaitustuloksissa on ilmeisesti näkyvissä v:n 1943 huipputulvaa seuraneiden tulvavuosien 1944 ja 1945 vaikutus. Olihan v. 1945 vyörynyttä rantaa 7 % vyörylle alttiin rannan pituudesta. Vuoden 1944 tulva oli vain 6 cm c. 1945 tulvaa alempi.

Eri vyöryalueisiin kohdistuva tarkastelu osoittaa törmien tyvien korkeuksia esittävien käyrien piirroksessa 21 ääri- vaihtelun olevan suurimmalta osaltaan alle 35 cm. Ylinpinä kulkevat käyrät, Painuanlahtea lukuun ottamatta, edustavat Oulujärven länsipään alueita. Alimpaan ryhmään kuuluvat puolestaan Oulujärven etelärannan ja kaakkoisosan vyöryalueita vastaavat käyrät. Koko Oulujärveä kuvaavan käyrän tienoilla kulkevat Manamansalon itärannan, Ärjänsaaren ja Sivolanniemen käyrät. Törmän tyven korkeuden asettuminen esitetyllä tavalla ei ole selitettävissä Niskan- ja Laiskanselän laajuudella, sillä Ärjänselän ulappa on vielä näitä avarampi. Maankohoamisen vaikutuksesta olen jo edellä lausunut käsitykseni. Syyt tyven korkeuden vaihteluihin ovat pääosaltaan löydettävissä törmien maaperäsuhteista. Oulujärven länsiosan törmät ovat suurelta osalta ellei hiekka- niin hiekkaista hietamaata, kun taas etelä- ja itärannan törmät ovat pääosiltaan hiesupitoista hietamaata. Erittäin selvästi maalajien vaikutus törmän tyveen tulee esiin eräiden vyöryalueiden sisäisessä vaihtelussa. Niissä vyöryalueissa, joissa maalaji on kauttaaltaan lähes samanlaista on tyven korkeuden vaihtelu melko vähäinen esim. Koutaniemessä vain n. 20 cm. Sen sijaan Manamansalon länsirannan lähes 7 km pituiselle vyöhykealueelle, jossa ulapan laajuudessa ja purkutason levyedessä ei ole olennaisia eroavaisuuksia, sanottu vaihtelu on 40 cm tienoilla. Ylimmät tämän tyven korkeudet on mitattu alueen pohjoisosasta, jossa maaperä on hietaista hiekkaa, alimmat taas eteläisimmästä osasta, joka on hiesuista hietaa (ks. piirros 12). Tämän vyöryalueen kohdalta mainittakoon eräänä yksittäisenä havaintona, että suojaisten Kaaresjärven rannalta on mitattu noin 30 cm alempi tyven korkeus kuin Niskanselän puoleisesta Pantiontörmästä, joka viittaa erilaiseen ranta-aallokkoon. Maalajin vaikutusta törmän tyveen käsitellään lähemmin suraavassa kohdassa. Huomattakoon, että törmän tyven korkeuteen vaikuttaa myös rantaäyräs ja tällöin lähinnä se, miten hyvin se on kehittynyt omasta rantakohdasta tai muualta kulkeutuneesta maa-aineksesta. Kysymyshän on törmän luiskan ja rantaäyrään yhtymäkohdasta.

Törmän tyven korkeussuhteet vyörymiselle alttiissa törmissä v. 1945

Oulujärvi



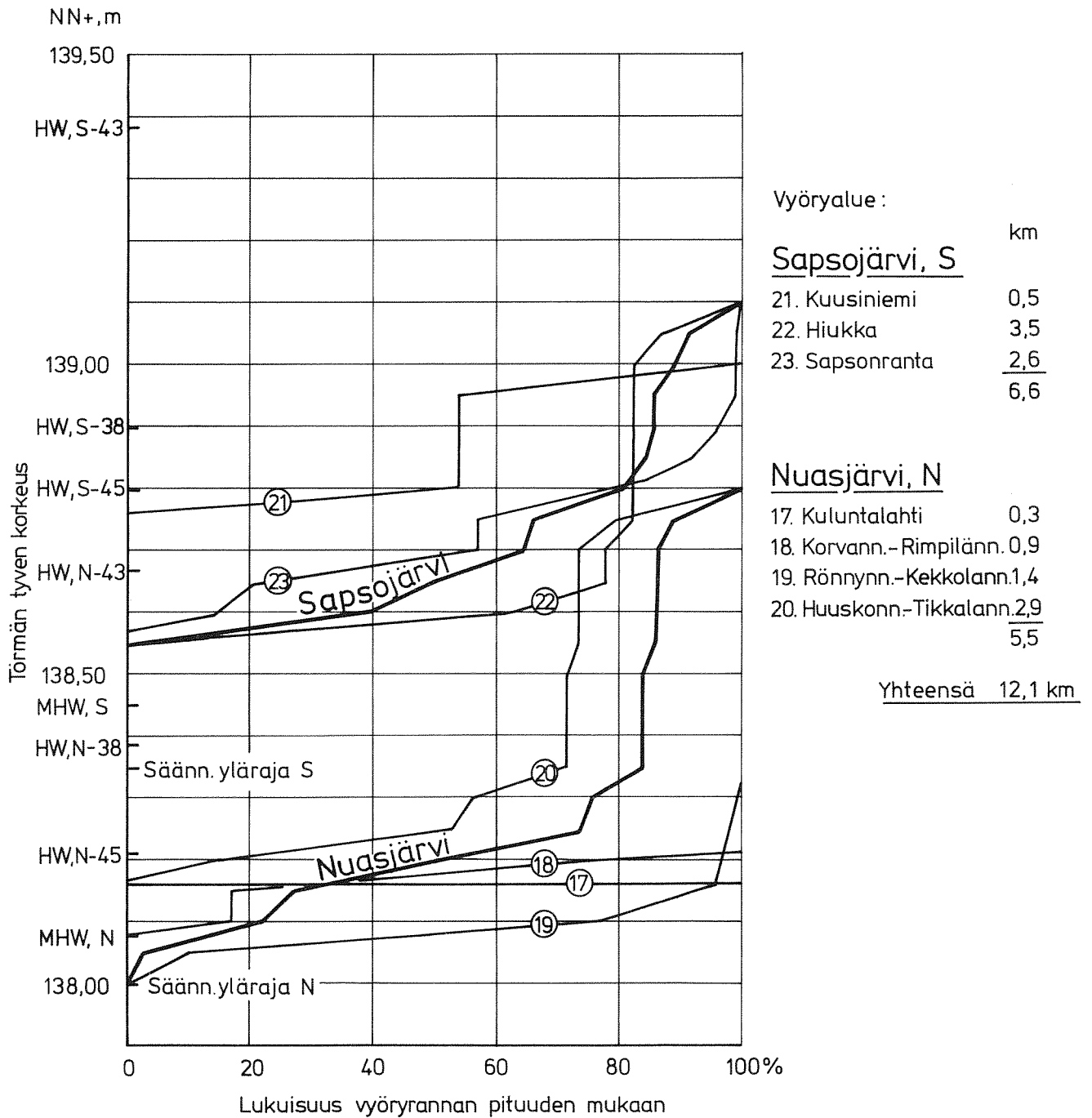
Sotkamon järvien, Nuasjärven ja Sapsojärven vyörytörmien tyvien korkeussuhteet käyvät esiin piirroksista 22. Kun siinä esitetty aineisto perustuu v. 1939 kenttätukimukseen on tuloksia tarkasteltava tutkimusvuotta edeltäneeseen v:n 1938 tulvakorkeuteen verraten. Järviä esittävät yhdistelmäkäyrät osoittavat Nuasjärvessä 80 cm:n ja Sapsojärvessä 55 cm:n kokonaisvaihtelua. Mediaania 50 % vastaava tyven korkeus on Nuasjärvellä n. 20 cm ja Sapsojärvellä n. 25 cm v:n 1938 tulvakorkeutta alempana. Verrattuna keskiyliveteen mediaaniarvo on Nuasjärvellä tätä ylempänä runsas 10 cm ja Sapsojärvellä n. 20 cm. Oulujärvellähän tämä ero oli 40 cm, mutta on muistettava että eriaikaisesta mittausajasta johtuen tulokset eivät ole täysin vertailukelpoiset. Nuasjärvellä ulottuvat eräät törmien luiskat n. 10 cm keskiyliveden alapuolelle. Sapsojärvellä sama ero on ylöspäin ja Oulujärvellä n. 15 cm. Vaikkakaan yleistäviä vertailuja edellä kerrotusta syystä ja myös järvien erilaisesta luonteesta johtuen on varoen tehtävä, käsitän Sotkamon järvien suhteellisesti matalien tyven korkeuksien johtuvan siitä, että täällä törmät suurelta osin ovat lauenneet v. 1938 tulvan jäljeltä, jolloin seuraavana vuonna tehdyt vaaitukset kohdistuivat alasvalahtaneiden törmien luiskiin, joita uusi tulva ei ollut vielä tavoittanut. Nuasjärvellä, jossa tulvahuipun kestävyys on pitempi kuin Sapsojärvellä, v. 1945 vyöryi törmä 16 % vyöryrantapituudelta (Oulujärvellä 7 %) eräillä alueilla peräti 41 %.

Maalajin vaikutus

Törmän tyven korkeuden riippuvuutta maalajista osoittaa piirros 23. Siinä on kutakin törmäleikkausta vastaavan tyven korkeus merkitty törmän leikkauksen maa-analyysissä saadun rakeisuuskäyrän mediaaniarvon kohdalle. Oulujärvellä tällaisia havaintokohtia on 67, ja nämä jakautuvat lähes tasan, hiekka-, hieta- ja hiesuluokkien alueille. Sotkamon järvien aineisto on suppeampi, ja maanäytteet kuuluvat valtaosaltaan hieta-lajikkeeseen luokkaan. Törmissä on kylläkin ollut myös savilajiketta, mutta näytteen 50 % rakeisuusarvo ei ole kuitenkaan

Törmän tyven korkeussuhteet vyörymiselle
altiissa törmissä v. 1939

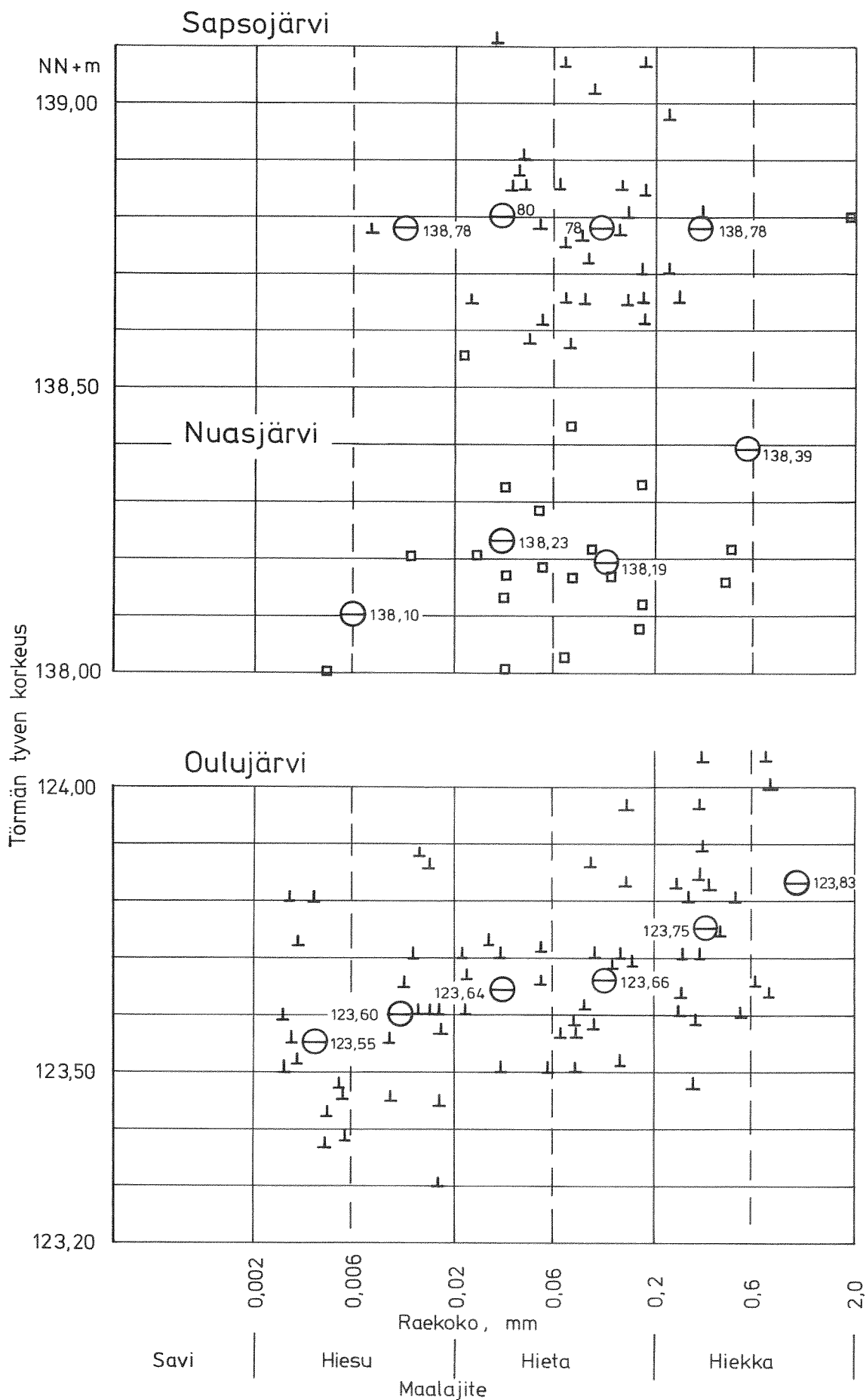
Sotkamon järvet



Törmän tyven korkeus eri maalajeissa vyörymiselle alttiissa törmissä v. 1945

Oulujärvi,
Sotkamon
järvet

Korkeus on merkitty rakeisuuskäyrän 50:n prosenttiarvon kohdalle.
Ympyrät (⊖) esittävät eri luokkien keskiarvoja.



yltänyt tähän luokkaan. Piirrookseen on myös merkitty eri maa-lajikkeisiin osuneiden tyvien korkeuksien keskiarvot esitet-tynä vielä kussakin luokassa karkea- ja hienojakoisen ainek-sen mukaan.

Keskiarvotulokset osoittavat Oulujärvellä, jossa aineisto on laveampi, selvää tyven korkeuden nousua maaperän raekoon kasvaessa, joskin vaihtelu eri luokissa on verraten suuri. Havaintovuonna on tyven korkeus ollut hiekkamaan törmissä 20 - 25 cm ylempänä kuin hiesuvaltaisissa törmissä. Nuas-järvellä suuntaus näyttää samankaltaiselta, mutta näyteai-neisto rajoittuu pääasiassa vain hietamaahan.

Maalajin vaikutusta törmän tyven korkeuteen valaisee omalta osaltaan törmien vyörymisherkkyyttä v. 1945 tulvan aikana koskevat havainnot, jotka kysymystä edellä on monesti sivut-tu. Merkitseehän tuona kesänä törmän vyöryminen sen tyven mataluutta. Tätä tilannetta valaisee aikaisempi selvitys (taulukko 1 ja 2 sekä piirrookset 10 - 14). Eräitä esimerk-kejä tuotakoon esiin. Oulujärven Vuoreslahden alueella, jos-sa v. 1945 vyöryosuus oli suurin, 23 %, sen itäosan törmis-sä on keskimäärin hietaa ja hiesua lähes 40 % länsiosan ol-lessa hiekkavaltainen. Koutaniemellä po. vyöryosuus oli 15 % ja törmien hietapitoisuus n. 50 % ja hiesupitoisuus n. 35 %. Alassalmen-Vuottolahden törmissä, joissa vyöryä oli 15 %, on keskimäärin hiesua n. 45 % sekä savea ja hietaa, kumpiakin n. 25 %. Nuasjärven Rönnynniemen-Kekkolan vyöry-alueella, jossa v. 1945 oli vyöryvää rantaa 41 %, eräiden törmien hiesupitoisuus on peräti 75 % ja savenkin osuus lä-hes 20 %.

Pääasiallisena syynä siihen, että törmän tyvi asettuu hieno-jakoisissa, koheesiomaaksi luettavissa törmissä alemmaksi kuin kitkamaalajeista muodostuneissa törmissä, on pidettävä sitä, että näistä törmistä alas suistunut maa-aines suurelta osalta huuhtoutuu veteen ja kulkeutuu aaltoilun mukana muual-le jäämättä paljoakaan rantaäyräällä törmän suojaksi ja tä-ten korottamaan myös tyven korkeutta. Maaperältään tämän-

laatuksella seudulla ei ole myöskään monesti lähistöllä hieka- ja hietavaltaisia törmä, joista puolestaan ajautuisi maa-aineista rantaäyräälle. Hiekkatörmän vyöryssä huomattava osa vyörymaasta sedimentoituu törmän edustalle ja ajohiekan kulkeutuminen tällaisilla rannoilla voi olla runsastakin. Matallia tyvenkorkeuksia voidaan tavata varsinkin hiesumailla, siksi että sen juoksuominaisuuden vuoksi maa-ainesta valuu rantaäyräälle, johon syntynyt eroosiolovi saatetaan tulkita tämän tyveksi.

Edellä esitetyt havaintotulokset osoittavat, ettei maalajin vaikutusta voitane sivuuttaa vyörytörmän muotoa ja sen tyven korkeutta koskevissa selvityksissä.

Vertailu järvien tunnusomaisiin vedenkorkeuksiin

Törmän tyven korkeuteen kohdistunut selvitys on tuonut esiin kysymyksen, mihin tunnusomaiseen vedenkorkeuteen tai muuhun vedenkorkeusarvoon sanottu korkeustaso olisi lähimmin kytkettävissä, mikäli tätä riippuvuussuhdetta haluttaisiin järeissä yleistää. Tässä tarkoituksessa olen tehnyt koelun- teisen laskelman, jossa vertailujärvinä Oulujoen vesistön kolmen järven lisäksi on Saimaa ja Höytiäinen, jotka vedenkorkeusvaihteluiden puolesta edustavat suurten järvien ääritapauksia. Onhan suurin vaihtelu Saimaassa n. 3,5 m ja Höytiäisessä sen sijaan vain n. 1,2 m. Ala-Saimaalta ovat käytettävissä v:n 1939 vyörytörmätutkimukset (Hellaakoski 1939) ja Höytiäiseltä olen tehnyt törmävaaituksia v. 1946. Törmän tyven korkeus on Oulujärvessä ja Sotkamon järvissä otettu hietamaan mukaan, jonkinlaista maaperää Saimaan ja Höytiäisen törmät edustavat. Vertailtavina vedenkorkeuksina ovat järvien pitkähkön ajanjakson ylivesi, keskiylivesi ja keskivesi sekä näiden lisäksi myös 10 % ja 20 % vedenkorkeuden pysyvyyttä vastaavat korkeudet. Viimeksi mainitut on laskettu jakson 1938 - 1945 touko-syyskuun vedenkorkeuksista. Sapsojärven vedenkorkeuksia vastaamaan on jouduttu ottamaan Kiimasjärven joitakin senttimetrejä korkeammat vedenkorkeusarvot. Arvot

eivät ole tarkkoja, eivätkä täysin toisiaan vastaavia, mutta kysymyksessähän on vain suuntaa osoittava tarkastelu.

Laskelman vertailuarvot on esitetty taulukossa 4. Näiden arvojen nojalla on tarkoituksena todeta minkä vedenkorkeustilan kohdalla erot tyven korkeuteen eri järvissä ovat pienimmillään. Taulukon luvut osoittavat ensiksikin sen, ettei näiden erojen vaihtelu (36 - 19 cm) ole kovinkaan suuri vielä silloin, kun kysymys on vain Oulujärven vesistön järvistä. Kaikki järvet huomioon otettuina on vaihtelu jo huomattavasti suurempi (84 - 20 cm). Suurimmat vaihtelut todetaan silloin kun tyven korkeutta verrataan ylimpään veteen (-84 cm) tai keskiveteen (54 cm). Pienimmillään on vaihtelu 20 % pysyvyydsarvon kohdalla (20 cm). Seuraavaksi pienin vaihtelu (29 cm) on keskiyliveteen kohdistuvassa vertailussa ja hie- man suurempi (34 cm) 10 % kestävyysarvon kohdalla. Jos vielä verrataan tyven korkeuksien kaikkien järvien keskiarvoja sanottuihin vedenkorkeustiloihin todetaan tämän tyven olevan keskimäärin n. 45 cm ylempänä touko-syyskuun vedenkorkeuden 20 % pysyvyyttä, n. 20 cm ylempänä 10 % pysyvyyttä ja n. 30 cm ylempänä keskiylivettä. Käytetty aineisto ei kuitenkaan salli näiden tulosten enempää yleistämistä.

Suoritettu vertailu antanee viitteitä siihen, miltä taholta tässä tarkoitettua riippuvuussuhdetta on parhaiten haettavissa. Kun törmän tyven korkeuden vertailu tapahtuu pitkähkön ajanjakson vedenkorkeuksien tietyn pituiseen pysyvyyteen, tulee siinä otetuksi huomioon myös tulvan kesto aika. Tämä lisää puolestaan myös mahdollisuuksia voimakkaiden tuulien osumiselle tarkasteltavaan tulvakorkeuteen ja tätä kautta myös kovan ranta-aallokon vaikutukselle. Tältä kannalta saat- taisi olla mielenkiintoista tutkia järviemme rantaeroosiota yleisemminkin.

Taulukko 4. Vyörytörmän tyven korkeus verrattuna tunnusomaisiin vedenkorkeuksiin eräissä järvissä

Tyven korkeudet ovat hietamaan törmien keskiarvoja. Höytiäisen ja Ala-Saimaan arvot ovat likimääräiset.
Vedenkorkeuden kestävyysarvot tarkoittavat jakson 1938 - 1945 touko-syyskuuta

Järvi	Törmän tyvi vedenkorkeutta alempana (-) tai ylempänä (+)											
	Törmän tyven korkeus		Ylin vesi		Keskiylivesi		Keskivesi		10 % pysyvyys		20 % pysyvyys	
			NN+	cm	NN+	cm	NN+	cm	NN+	cm	NN+	cm
	NN+	cm	NN+	cm	NN+	cm	NN+	cm	NN+	cm	NN+	cm
1. Sapsojärvi	138,79	139,48	-69	138,48	+31	137,64	+115	138,70	+9	138,30	+49	
2. Nuasjärvi	138,21	138,67	-46	138,08	+13	137,40	+81	138,15	+6	137,85	+36	
3. Oulujärvi	123,65	123,98	-33	123,23	+42	122,56	+109	123,40	+25	123,10	+55	
4. Höytiäinen	88,00	88,00	0	87,72	+28	87,39	+61	87,75	+25	87,65	+35	
5. Ala-Saimaa	76,60	77,44	-84	76,20	+40	75,84	+76	76,20	+40	76,15	+45	
Keskiarvo 1.-5.			-46		+31		+88		+21		+44	
Suurin vaihtelu järviyryhmissä:												
1.-3.			36		29		34		19		19	
1.-5.			84		29		54		34		20	

8.3 TÖRMÄN KALTEVUUS

Törmien luiskan kaltevuus törmien korkeuden ohella luo kul-lekin vyöryrannalle tunnusomaiset piirteet. Törmän kaltevuudessa ja luiskan muodossa on runsaasti vaihtelua. Tämä onkin luonnollista, koska törmien maaperä koostuu sekä kitka- että koheesiomaista. Maalaji on tavallisesti monilajitteista, so. suhteistunutta. Kitkamaalajeissa, hiekassa ja hiedassa aineksen koossapysyvyys - lujuus - riippuu pääasiassa maarakeiden välisestä kitkasta, koheesiomaissa taas koheesiosta. Yleisenä piirteenä törmille on se, että lepotilassa törmän luiskan alaosa on yläosaa loivempi. Törmän kaltevuus on tämän vuoksi ilmaistu kahtena eri kaltevuutena, törmän tyvi-osan ja koko törmän kaltevuutena. Viimeksi mainittu kaltevuuskulma tarkoittaa törmän tyvikohdan ja tämän yläreunan, jossa ei kuitenkaan ole otettu huomioon mahdollista uloketta, yhdistävän suoran kaltevuuskulmaa.

Törmien kaltevuussuhteiden tarkastelun kannalta todettakoon, että maamme pohjarakennuksen normien mukaan (Rakennusinsinööriyhdistys 1964) kitkakulman likiarvona pidetään sorassa 34° , hiekassa 32° ja hiedassa 30° . Tämä perusarvo nousee tiiviissä rakenteessa 1 - 6° :lla ja alenee löyhässä maassa samalla määrällä. Raemuodon lisäksi kitkakulmaan vaikuttaa raekoostumus siten, että tasarakeisessa hiekassa kitkakulma on perusarvoa 1 - 3° pienempi ja suhteistuneessa maassa 1 - 2° suurempi.

Törmässä olevan maalajin kitkakulman osalta on huomattava se, että häiriintymätön törmän osa, yleensä yläosa, on pidettävä varsin tiivisrakenteisena, joten keskitiivistä vastaavaa perusarvoa voidaan hyvinkin korottaa usealla asteella maa-aineksen lepotilan kitkakulmaa ajatellen. Törmän tyvipuolen maa-aines on sen sijaan pääasiassa alasyörynyttä ja siis jo liikkunutta, rakenteeltaan löyhää maa-aineista, jossa kitkakulma voi olla vastaavasti perusarvoa alempi. Törmien monilajittuneisuus voi merkitä kitkakulman kasvua 1 - 2° verran.

Aluekohtainen tarkastelu

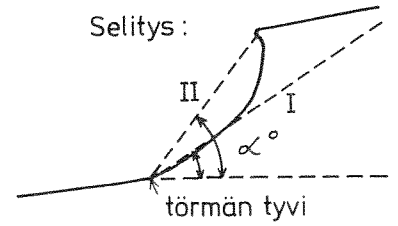
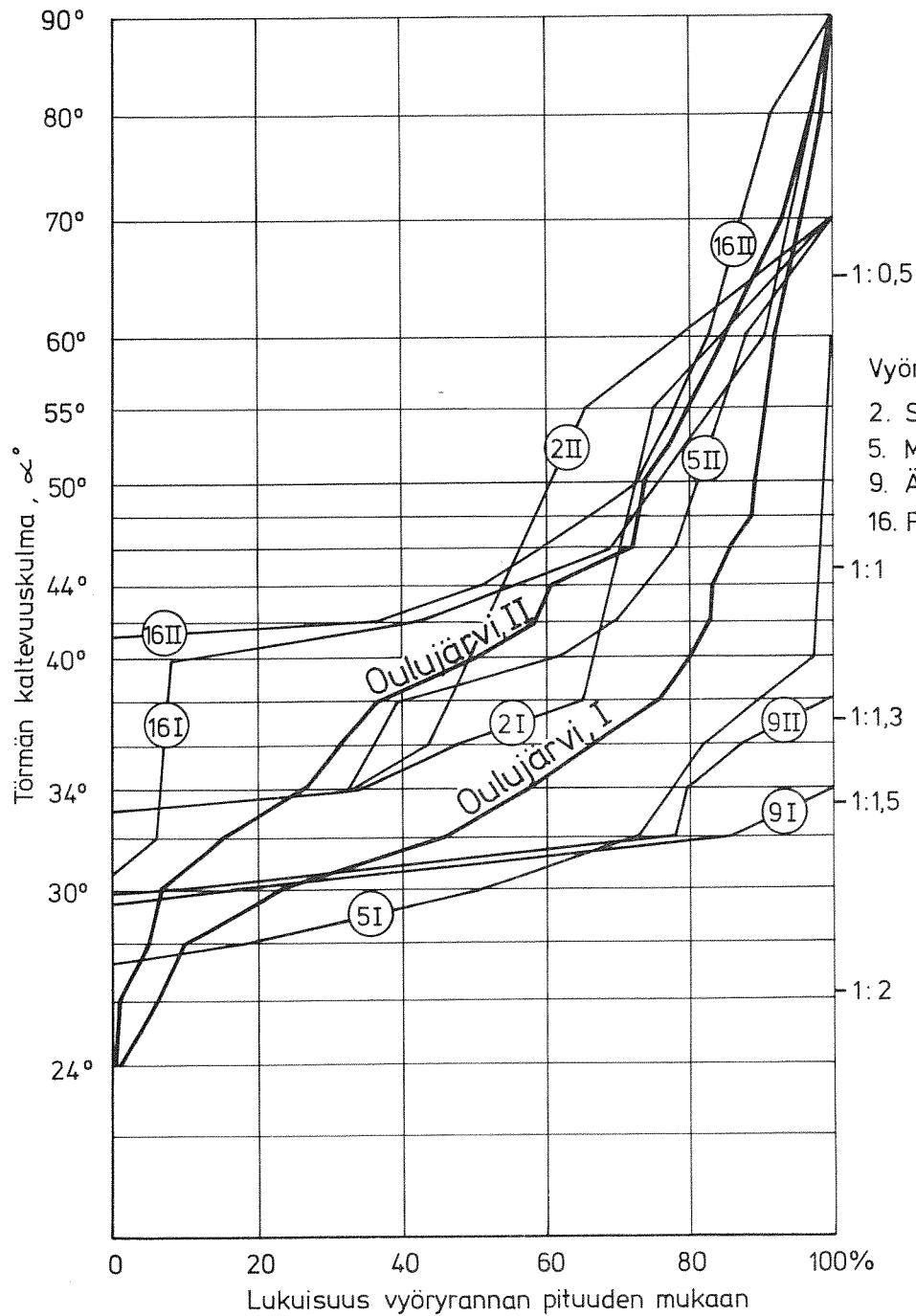
Oulujärven vyörytörmien kaltevuussuhteita kuvaa piirros 24. Sotkamon järvistä ei vastaavaa esitystä ole. Törmien kaltevuuden vaihtelu otettuna huomioon törmän molemmat kaltevuudet on $24 - 90^{\circ}$. Jättämällä pois 10% lukuisuutta vastaava alue sekä loivemmasta että jyrkimmästä osasta supistuu vaihtelu merkittävästi, ollen törmän alaosassa (I) $28 - 55^{\circ}$ ja koko törmässä (II) $31 - 67^{\circ}$. Alaosan kaltevuuden 50 % lukuisuusarvo sattuu 33° kohdalle, mikä vastaa melko tarkoin kaltevuussuhdetta 1:1,5. Koko törmän vastaava kaltevuuskulma on 40° , mikä on likimain 1:1,2. Koska maalajierittelyä ei tällä kohdin ole tehty, ei voida enemmälti päätellä, kuinka suuri osa törmistä on katsottava kitkakulman nojalla olevan ainakin osittain lepotilassa. Koska törmän alaosan pienet kaltevuudet edustavat yleensä löyhärakeisia hiekka- ja hietamaita, voidaan kuitenkin summittain arvella, että n. 40 % vyöryrannasta, jossa kaltevuuskulma on pienempi kuin 31° , on ilmeisesti lepotilassa. Niissä ei siis tapahdu enää merkittäviä muodonmuutoksia, ellei niihin kohdistu ulkoisia voimia, kuten aallokon kulutusta ja törmien yläosan maanpaineesta johtuvia sortumia. Sanottua kaltevuuskulmaa jyrkempiä koko törmän kaltevuuksia on 90 %:lla vyöryrannoista. Kun törmän alaosan kaltevuus on kaikissa törmissä, pystytörmiä lukuunottamatta, koko törmän kaltevuutta tuntuvasti pienempi, merkitsee se sitä, että törmien yläosat ovat yleensä perin ylijyrkkiä ja että niissä piilee maanvieremiseen latautuneita paineita ja sisäisiä jännitystiloja.

Vyöryalueittainen tarkastelu osoittaa mm., että varsin loivaa törmien alaosan kaltevuutta edustavat Mananansalon länsirannan törmät. Näistä n. 70 %:ssa rannan pituuden mukaan ilmaistuna kaltevuuskulma on alle 31° , pienemmän kaltevuuden ollessa 27° . Tätä vastaavalla rantaosuudella maaperässä on hiekkaa n. 70 % ja hietaa n. 30 %. Tämän vyöryalueen jyrkimmät törmät sijaitsevat alueen eteläosan hietavaltaisella peltoalueella, jonka maaperässä hiesuakin

Törmän kaltevuussuhteet vyörymiselle alttiissa
törmissä v.1945

Oulujärvi

(Logar. asteikko)



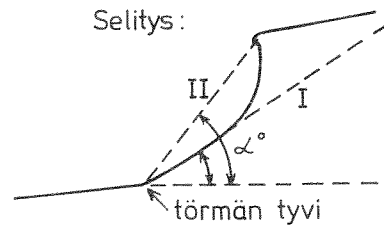
on lähes 30 %. Löyhäperäisen hietamaan kitkakulman perusteella voitaneen katsoa, että suurin osa po. vyöryalueen törmistä on alaosaltaan lepotilassa. Ehkä puolet alueen törmistä on sellaista, jossa törmän kokonaiskaltevuus on pienempi kuin 39° mikä vastaa läheisesti koko Oulujärven tilannetta. Ärjänsaareissa on 31° :n loivempien törmien (kaltevuus I) suhteellinen osuus lähes sama kuin edellä. Erityistä Ärjänsaarelle on se, että törmän koko kaltevuus on suurimmalla osalla aluetta sama kuin alaosan kaltevuus, mikä merkitsee sitä, että törmän rinne muodostaa tasaisen polveilemattoman luiskan. Syynä tähän on selvästi se, että törmät ovat hyvin lajittunutta hiekka- tai hietamaata. Keskimääräistä huomattavasti jyrkemmät törmät ovat Palta-
niemen Hannuksessa. Tällä alueella noin 10 % törmistä on sellaisia, joiden alaosan kaltevuus on pienempi kuin 40° . Merkille pantavaa on, että täälläkin koko törmän kaltevuus on valtaosaltaan lähes sama kuin törmän alaosassa. Törmien jyrkkyys johtuu maaperästä, jossa on keskimäärin hietaa 69 %, hiesua 27 % ja savea 4 %.

Maalajin vaikutus

Törmien kaltevuussuhteiden riippuvuutta maalajista osoittaa lähemmin piirros 25. Siinä on törmän mittauskohteena olevat molemmat kaltavuuskulmat merkitty törmän vastavan maa-analyysin rakeisuuskäyrän mediaaniarvon kohdalle. Piirrokseseen on merkitty myös havaintoarvojen keskiarvot esitettyinä kunkin maalajiluokan karkeamman ja hienomman raekoon mukaan. Piirros osoittaa törmän jyrkentymistä maaperän muuttuessa hienojakoisemmaksi. Pienimmät kaltevuudet tavataan hiekan kohdalla, missä eri havaintojen törmän alaosan kaltevuuskulmien keskiarvo on 31° , törmän koko kaltevuusarvon ollessa 11° suuremman. Koska keskitiiviin hiekan kitkakulman perusarvo on likimain 32° , osoittaa tuo tulos sitä, että kysymyksessä on löyhänpuoleinen, aikaisemmasta tilastaan irronnut maa-aines. Karkeassa hietamaassa on törmän alaosan vastaava keskiarvo 36° ja hienossa 40° . Sanotut arvot ovat jo huomattavasti hiedan

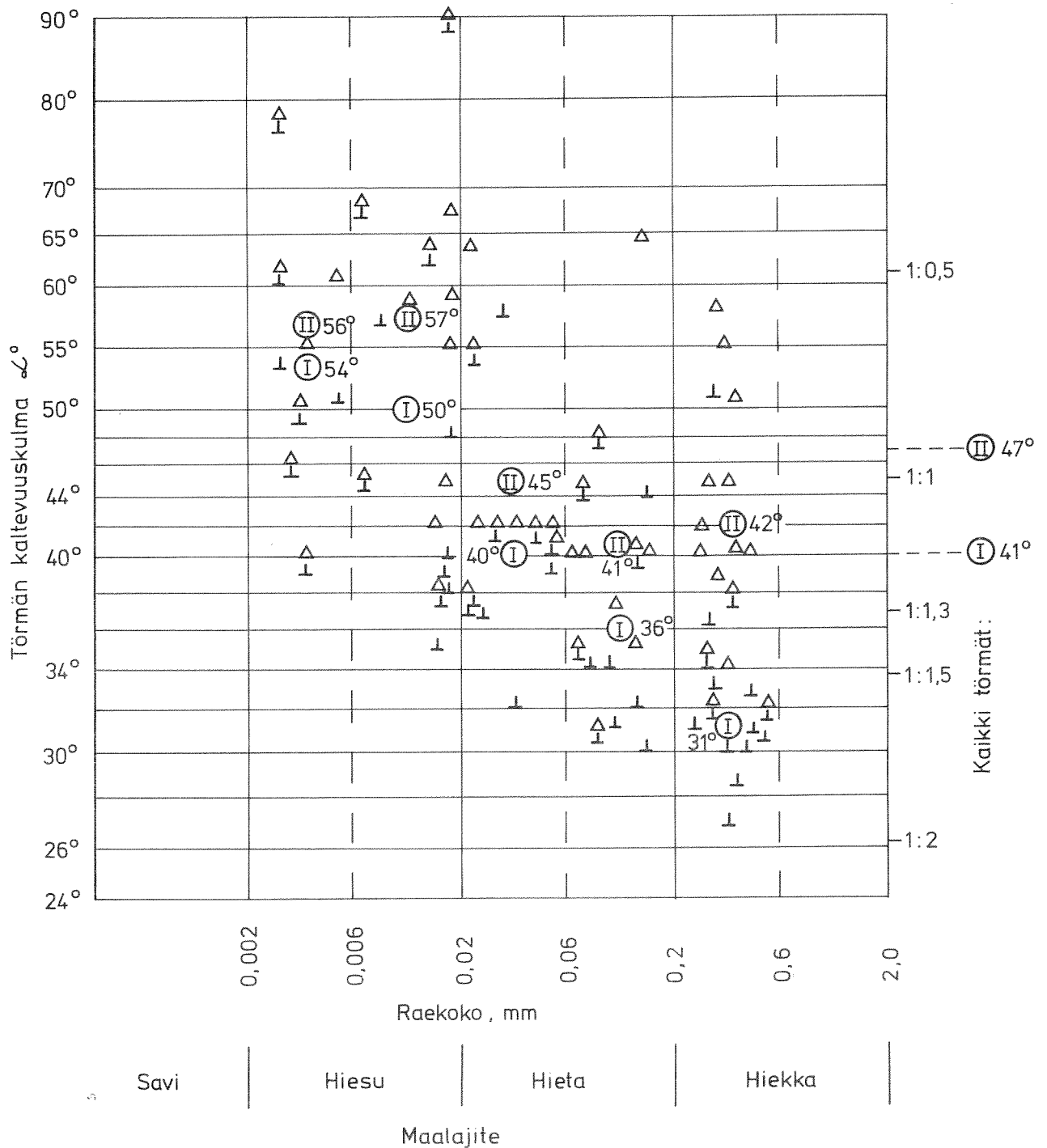
Törmän kaltevuus eri maalajeissa vyörymiselle alttiissa törmissä v.1945

Oulujärvi

Törmän alaosan kaltevuus I, \perp Törmän koko kaltevuus II, Δ 

Kaltevuuskulma on merkitty rakeisuuskäyrän 50 prosenttiarvon kohdalle.
Ympyrät (○) esittävät eri luokkien keskiarvoja.

(Logar. asteikko)



kitkakulman perusarvoja (30°) suuremmat. Koko törmän kaltevuuskulmatkin ovat vain 5° alaosan kaltevuutta suuremmat. Nämä luvut osoittavat sitä, että maa-aines on suurelta osalta hienojakoisen aineksen sitomaa tiivisperäistä maata. Yksityisten näytteiden maa-analyysit osoittavat, että vyörytörmien maalaji on varsin suhteistunutta, vähiten kuitenkin hiekkamaa. Siirryttäessä hiesumaan luokkaan tyvien alaosan kaltevuuskulmat ovat jo 50° ja 54° . Hienossa hiedassa koko törmän kaltevuus on vain 2° alaosaa jyrkempi. Yksityiset havaintokohdat osoittavat sen, ettei törmän eri osilla ole tällaisessa maassa sanottavia eroja, mikä tuli esille jo edellä Hannuksen alueen kohdalla. - Kaikkien havaintoarvojen keskiarvot antavat törmän alaosan kaltevuuskulmaksi 41° ja koko törmän 47° . Edellä saatiin vastaaviksi mediaaniarvoksi 33 ja 40° kaltevuuskulmat, siis näistä varsin poikkeavat arvot. Tämä on taas kerran esimerkki siitä, miten keskiarvona ilmaistuun tulokseen voi häipyä asian olennainen sisältö.

Vyörytörmien kaltevuussuhteista toteaa Aaro Hellaakoski (1939) Ala-Saimaalla tehdyssä tutkimuksessaan, että sora- ja hiekkavyöryillä törmän kaltevuus on yleensä $32 - 30^{\circ}$. Kaltevuuden ollessa $31 - 32^{\circ}$ hän katsoo sen merkitsevän jo sekundääristä loiventumista, pysähdystilaa ja alkavaa umpeenkasvua. Myös 40° :kin kaltevuuksia hän on todennut, mutta silloin luiskia on ollut sitomassa kasvillisuus tai kuolneiden puiden juuret. Törmien ylemmissä osissa on ollut myös jyrkempiä kohtia, koska selostuksessa on erikseen mainittu, ettei yläjyrkanteen kaltevuuksia ole otettu yhdistelmätaulukoihin. Näistä käy ilmi, että aineistoon sisältyy myös hietamaan törmä, joissa havaitaan $45 - 50^{\circ}$:kin kaltevuuksia. Eräissä törmissä on ollut pystysuoriakin seinämiä. Nämä Ala-Saimaan tutkimustulokset näyttävät käyvän varsin hyvin yhteen Oulujärven havaintojen kanssa.

8.4 RANTAÄYRÄS

Rantaäyräs alkaa törmän tyvestä ja päättyy äyrään ja purkutason taitekohtaan. Viimeksi mainittu ei ole läheskään niin selvästi erottuva kuin törmän ja äyrään yhtymäkohta. Rantaäyräälle tunnusomaista on se, että se on ainakin pintaosaltaan muodostunut löyhästä, törmästä irronneesta tai muualta kulkeutuneesta maa-aineksesta. Purkutason pintakerros on yleensä tiukempaan iskostunutta. Rantaäyrään leveyttä sekä korkeus- ja kaltevuussuhteita koskevissa selvityksissä on rajoituttava niihin arvoihin, jotka ovat mitattavissa säännöstelyn kenttätutkimusten törmäleikkauksista. Tosin äyrään yläreunaa vastaavat törmän tyven korkeusarvot perustuvat edellä kohdassa 8.2 esitettyyn. Säännöstelysuunnitelmaan liittyvään taulukkoon 16, joka esittää alueellisen yhdistelmän vyöryrannan eri osien mitoista ja korkeuksista, on myös merkitty tiedot rantaäyrään leveydestä ja sen alareunan korkeuksista. Viimeksi mainittujen arvojen sekä piirroksista 21 ilmenevien törmän tyven korkeuden mediaaniarvojen nojalla on taulukkoon 5 kerätty tiedot vyöryalueiden rantaäyrään korkeudesta, leveydestä ja kaltevuudesta. Siinä on yleensä noudatettu mediaaniarvon periaatetta, poikkeuksena kuitenkin rantaäyrään leveys ja alareunan korkeus, jotka on ilmaistu keskiarvoina. Sotkamon järvistä ei vastaavanlaista esitystä ole laadittu.

Taulukon 5 luvut osoittavat rantaäyrään alareunan asettuvan Oulujärvellä keskimäärin korkeustasoon 123,54, mikä on likimain keskiveden korkeus. Tälle tasolle Oulujärven vedenkorkeus tulvakauden jälkeen laskee yleensä vasta elo- syyskuun vaihteessa. Rantaäyrään yläreunan ja alareunan korkeusero on keskimäärin 1,03 m (tavallisin arvo 1,08 m), vaihtelun ollessa 0,62 - 1,28 m. Ensiksi mainittu arvo on mitattu Paltaniemen Sutelan, jälkimmäinen Kuostonsaaren alueella. Keskimääräiseksi rantaäyrään leveydeksi saadaan 17 m, arvojen vaihdellessa 10 - 30 m. Kapein tämä rantavyöhyke on Alasalmen-Vuottolahden ja Sokajärven vyöryalueilla (11 m), ellei oteta lukuun lyhyttä Mutoudenlahden rantaosuutta. Leveimmät ranta-

Taulukko 5. Oulujärven vyöryalueiden rantaäyriään korkeus-, leveys- ja kaltevuussuhteet.
(Perustuu osittain säännöstelysuunnitelman taulukkoon 16)

Vyöryalue	Yläreuna		Alareuna		Korkeusero		Leveys		Kaltevuussuhde	
	NN+, m	m	NN+, m	m	m	m	tang.	o/oo		
1. Painuanlahti	123,55		122,50		1,05	30	1:29	35		
2. Säräisniemi	123,69		122,50		1,19	22	1:18	54		
3. Salmenniemi-Enonlahti	123,69		122,45		1,24	20	1:16	62		
4. Kuostonsaari	123,63		122,35		1,28	18	1:14	71		
5. Manamansalon länsiranta	123,75		122,50		1,25	21	1:17	60		
6. Manamansalon koillisranta	123,53		122,65		0,88	12	1:14	73		
7. Manamansalon itäranta	123,60		122,33		1,27	17	1:13	75		
8. Alassalmi-Vuottolahti	123,45		122,60		0,85	11	1:13	77		
9. Ärjänsaari	123,61		122,40		1,21	14	1:12	86		
10. Vuoreslahti	123,50		122,55		0,95	13	1:14	73		
11. Sivolanniemi	123,61		122,60		1,01	25	1:25	40		
12. Koutaniemi	123,52		122,65		0,87	22	1:25	40		
13. Sokajärvi	123,47		122,50		0,97	11	1:11	88		
14. Mutoudenlahti	123,40		122,50		0,90	10	1:11	90		
15. Paltaniemi, Sutela	123,52		122,90		0,62	14	1:23	44		
16. Paltaniemi, Hannus	123,52		122,70		0,82	14	1:17	59		
Keskiarvo	123,57		122,54		1,03	17	1:17	61		
Tavallisin arvo	123,60		122,52		1,08	17	1:16	64		

äyräät tavataan Painuanlahdessa (30 m) ja Sivolanniemessä (25 m). Rantaäyrään tavallisimmaksi kaltevuussuhteeksi saadaan 1:17, mikä on 64 m 1 000 m:llä. Keskeisimmistä vyöryalueista kaltevimmat rantaäyräät tavataan Ärjänsaarella, mutta lähes samoihin kaltevuuslukuihin yltävät myös Manamansalon itärannan ja Alassalmen-Vuottolahden äyräät. Huomattavasti muita loivemmat äyräät ovat myös Koutaniemessä ja Paltaniemen Sutelassa.

Loivimmiksi näyttävät rantaäyräät muotoutuvan siellä, missä törmän maa-aines on tavanomaista hienorakeisempaa. Loivuuteen vaikuttaa myös se, että sanotunlaisella ranta-alueella törmän tyven korkeus on keskimääräistä alempi. Silmävaraiset havainnot ja eräät erityistutkimukset osoittavat, että rantaäyrään maa-aines on pääosaltaan yleensä raekooltaan karkeampaa kuin törmän maalaji. Esimerkiksi Sapsojärven Hiukan rantaäyrään kulumista koskevassa tutkimuksessa, kolmen mittauskohdan näytteissä hiekkaa oli 64, 80 ja 96 %, vaikka Hiukan törmien hiekkapitoisuus oli keskim. vain 21 % ja suurimmillaan 40 %, pääaineksen ollessa hietaa.

Edellä lausuttua tukevat Oulujärvellä suoritettut myöhemmät tutkimukset (Keränen 1978). Eri tahoilla Oulujärveä sijaitsevissa 11:ssä havaintokohteissa rantatörmien raekoon vaihtelu oli 0,07 - 0,51 mm (karkeasta hiedasta hienoon hiekkaan), kun se vesirajalla-ilmeisesti rantaäyräällä - oli 0,38 - 0,61 mm, (hienoa hiekkaa). Neljän törmän maalaji oli karkeata hietaa.

Rantaäyräällä on törmien vyörymisen kannalta varsin ratkaiseva merkitys kahdessakin mielessä. Ensiksikin se luo törmän etuvarustuksen aallokkoa vastaan, jolloin tärkeätä on se, että se hyvin kehittyneenä nostaa tyven korkeutta. Toiseksi rantaäyräs vaimentaa aallokkoa ja rajoittaa huuhtelualueetta, kuten edellä kohdassa 7.3 todettiin. Tällöin keskeiseksi tekijäksi muodostuu rantaäyrään kaltevuus. Aallokkoa koskevassa tarkastelussa tuotiin esimerkinomaisesti esiin se, että vedenalaisen pohjan kaltevuuden ollessa 1:10 aaltoilun vai-

kutus ulottuu vain 20 - 25 cm tyvenen veden tasoa ylemmäksi, vaikka syvän veden aalto olisi metrinkin korkuinen. Loivemalla, 1:20 kaltevuudella aaltoilun vaara olisi enää noin puolet edellisestä. Kun Oulujärven vyöryrantojen rantaäyräs osoittautuu olevan kaltevuutta 1:10 loivempi, tavallisimman kaltevuuden ollessa 1:17, voidaan yllä lausutun nojalla päätää, ettei vyöryä ole kovankaan tuulen vallitessa odotettavissa, jos tulva ei nouse n. 20 cm lähemmäksi matalimpia törmän tyviä. Kun Oulujärven keskiylivesi on 123,23 ja alimmat tyven korkeudet n. 123,40, voitaneen yleisesti todeta, ettei keskiyliveden korkuinen tulva vielä merkitse uhkaa törmille.

8.5 PURKUTASO

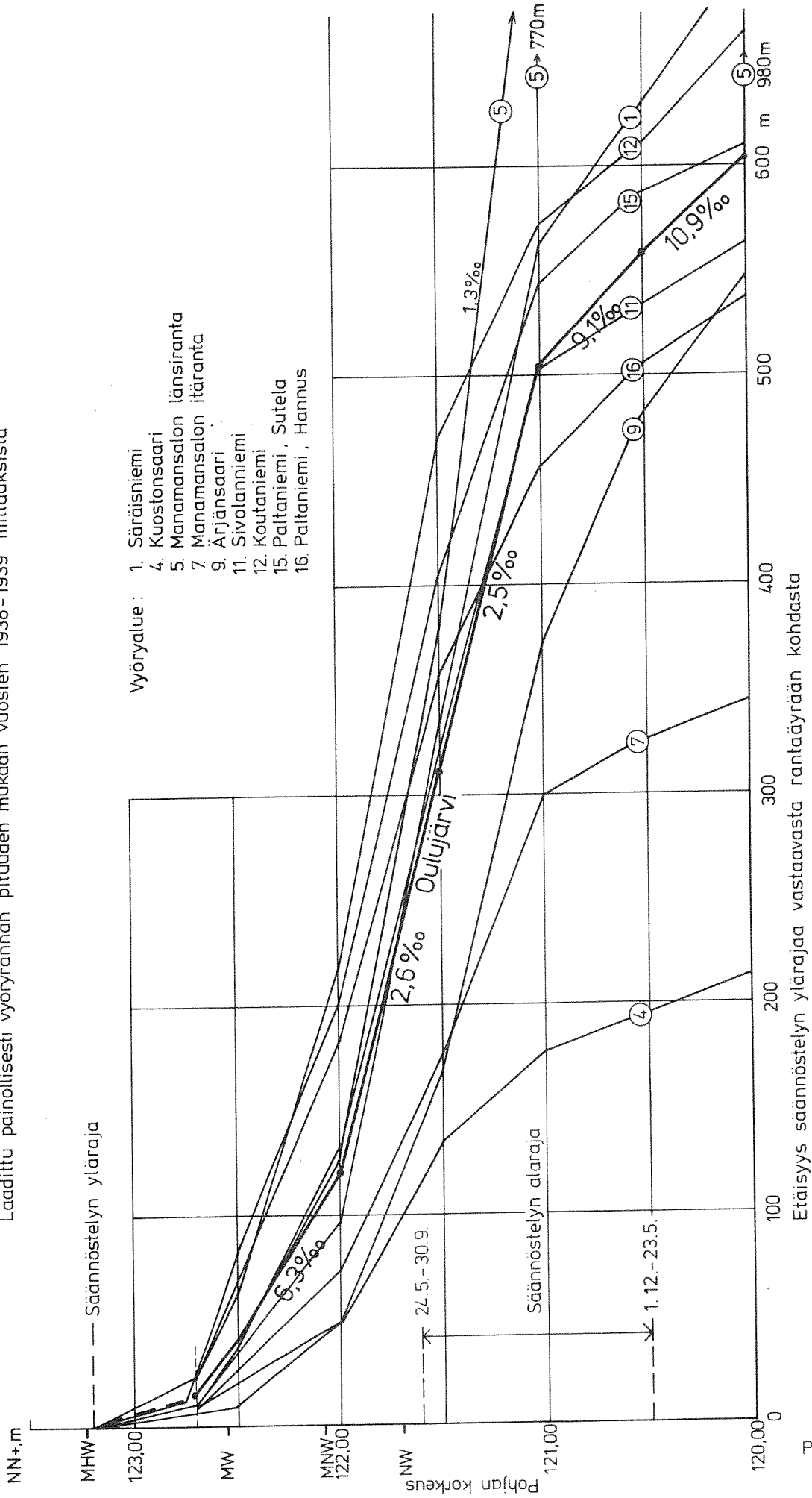
Purku- eli tyrskytaso on pääosiltaan aina vedenalainen vyöhyke, joka alkaa rantaäyrästä ja päättyy jyrkänpartaaseen. Viimeksi mainittu kohta ei ole tarkoin määriteltävissä, sillä se on alue, joka jatkuvasti kasvaa. Tätä kuvaa hyvin Aaro Hellaakosken käyttämä nimitys - eteenakkumulaatio. Tarkastelemalla vyöryrannan jäsentymistä esittävää kaaviota (piirros 1), herää kysymys, millä kohtaa purkutasossa sattuu vanhan rantamuodon mukainen, häiriötön maaperä ja mistä lähtien pohja on uutta kasautumaa. Onhan tulva ollut jatkuvasti harjun rinnettä uurtamassa. Yleisesti purkutasoksi katsotaan koko tämä laakea alue siihen saakka, jossa se voimakkaasti kallistuu jyrkänpartaaksi.

Purkutason mittasuhteisiin kohdistuva tarkastelu nojautuu säännöstelytutkimuksen mittausaineistoon. Rantatutkimus ulotettiin niin Oulujärvellä kuin Sotkamon järvissäkin n. 1,7 m alimman veden alapuolelle. Puolen metrin välein NN-tasossa olevat korkeuskäyrät määritettiin syvyyspeilauksin ja vastaava etäisyys otettiin vaaituskoneen etäisyysasteikolta. Tällaisessa mittauksessa tarkkuus pienenee etäisyyden kasvaessa. Vedenalaisen pohjan selvää taitekohtaa, jyrkänpartasta, ei tutkimuksessa pyritty lähemmin selvittämään. Rantatutkimuksessa purkutasoa koskevat tulokset on esitetty piirroksissa 26 ja 27. Näissä esitetetyt eri korkeustasojen koh-

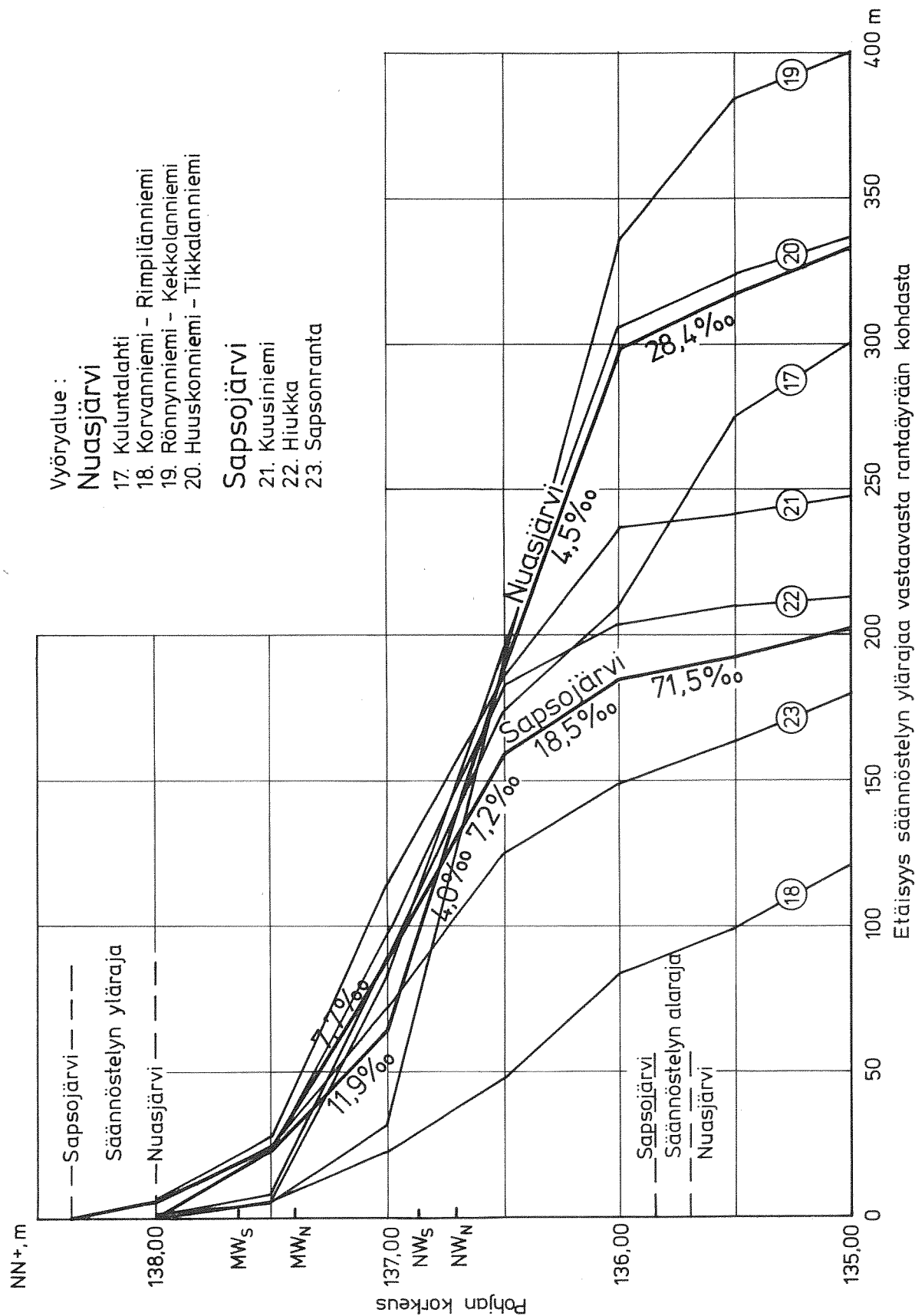
Oulujärvi

Purkutason kaltevuussuhteet vyörymiselle alttiiden törmien kohdalla

Laadittu painollisesti vyöryrannan pituuden mukaan vuosien 1938-1939 mittauksista



Laadittu painollisesti vyöryrannan pituuden mukaan vuosien 1939–1945 mittauksista



dalla taittuvat murtoviivat kuvaavat kutakin vyöryaluetta vastaavaa leikkausta painollisesti niin laadittuna, että se edustaa mediaaniarvon mukaista tavallisinta purkutasoa. Näissä piirroksissa etäisyys rannasta ei kuitenkaan ole mitattu rantaäyrään alareunasta, vaan ylemmästä rannan kohdasta. Tämän vuoksi tulisi kummassakin piirroksessa etäisyydestä vähentää likipitään 30 m, silloin kun puhe on purkutason leveydestä.

Purkutasoa esittävien kuvaajien nojalla näyttää siltä, että Oulujärvellä (piirros 26) jyrkänparras asettuneen hieman korkeustason 121,00 alapuolelle, ehkä keskimäärin korkeuteen n. 120,90. Tämä korkeus on järven keskialivettä n. 1,2 m ja alinta vettä 0,8 m alempana. Oulujärven purkutason tavalliseksi leveydeksi tulee tällöin n. 500 m. Vastaava purkutason kaltevuus on varsin pieni järven puoleisella osalla 100 m etäisyyteen rantaäyrästä vain 2,5 - 2,6 o/oo. Rannan läheisyydessä on kaltevuus jo 6 o/oo. Jyrkänpartaalla alaspäin on pohjan kaltevuus n. 9 - 11 o/oo. Rantaäyrään kaltevuuden ollessa noin kymmenkertainen sen läheisyydessä olevan purkutason kaltevuuteen verrattuna merkitsee se luonnossa melko selvästi havaittavaa taitetta.

Oulujärven eri vyöryalueista ylivoimaisesti laajin purkutaso on Manamansalon länsirannalla, missä sen tavallisin leveys on 900 m tienoilla. Se on myös loivinta pienimmän kaltevuuden ollessa vain 1,3 o/oo. Keskimääräistä huomattavasti kapeammat purkutasot tavataan Kuostonsaaren, Manamansalon itärannan ja Ärjänsaaren vyöryalueilta, joissa purkutason leveydet tuossa järjestyksessä ovat n. 160, 275 ja 350 m. Sanottuihin alueisiin kuuluvat Oulujärven hiekkaisimmat törmät.

Sotkamon järvien purkutason mittasuhteita koskevista kuvaajista (piirros 27) todetaan jyrkänpartaan sijaitsevan likimain korkeustasossa 136,00. Sanottu taso on järvien keskialivettä n. 0,9 m ja alinta vettä n. 0,7 m alempana. Nuasjärven tavallisin purkutason leveys, huomioon otettuna edellä

mainittu kavennus, on n. 280 m ja Sapsojärven n. 160 m. Nuasjärven on purkutason kaltevuus pääosiltaan 4,0 - 4,5 o/oo. Rantaäyrään lähistöllä on kaltevuus n. 12 o/oo ja jyrkänpartaalta alaspäin n. 28 o/oo. Sapsojärven tavallisin purkutaso on Nuasjärveä jyrkempi, kaltevuus n. 7,5 o/oo tienoilla. Jyrkänpartaan alapuolella kaltevuus ylittää jo 70 o/oo. Yleisestä tasosta poikkeavin purkutaso tavataan Nuasjärvellä Korvanniemen- Rimpilänniemen vyöryalueella, missä jyrkänpartaan tapaista taitetta ei voida todeta. Myös Kuluntalahden ja Saponrannan alueilla jyrkänparras on heikosti kehittnyt.

Purkutason maalajisuhteita ilmaisevaa aineistoa ei tähän selvitykseen liity, Eräs yksittäinen näyte puhuu kuitenkin maa-aineiden sedimentoitumisesta purkutasolla. Oulujärven Paltasalmen ruoppausmassasta, joka vastasi purkutason maalajia, v. 1950 otetun näytteen maa-analyysi osoitti siinä olevan hietaa 53 %, hiesua 44 % ja savea 3 %. Tämä koostumus vastasi melko tarkoin niin Koutaniemen, jonka törmistä ruopattu maa on pääasiassa peräisin ja Paltaniemenkin törmien maalajia. Näissä oli hiekan osuus kuitenkin n. 3 %. Tämä osoittaa, että maaperältä hienojakoisessa, törmässä vyöryaines kasautuu lähes kokonaan purkutasolle. Siitä ei paljoakaan lajitu ainesta rantaäyräälle, josta kertoo myös Koutaniemen törmän tyven suhteellinen mataluus. Purkutasolla kävellessä kiinnittyy huomio sen tiukaksi painautuneeseen pintaan, missä suhteessa se poikkeaa selvästi rantaäyrästä. Purkutason kiinteys johtuu sen hienorakeisuudesta, mutta jäänpainolakin voi olla tähän osuutensa. Aaltoilun aiheuttamia pieniä harjanteita voi kylläkin purkutason pinnassa havaita. Leveimmät purkutasot tavataan yleensä siellä, missä vyöryminen on voimakkainta. Tämä onkin luonnollista, sillä vuosisatojen aikana on purkutaso toisaalta törmien vyöryessä työntäytynyt maalle päin ja toisaalta taas levittäytynyt vyöryaineiden turvin järven puolelle.

Purkutason maa-analyysit osoittavat selvää yhdenmukaistumista vedenalaisella alueella, eikä lajittuneisuudessa ole paljoa vaihtelua jyrkänpartaalle mennessä (Keränen 1978). Eräitä

pieniä poikkeamia lukuunottamatta raekoon vaihtelu 11:ssä leikkauksessa oli tässä tutkimuksessa 0,15 - 0,3 mm, mikä lankeaa pääosaltaan karkean hiedan maalajiluokkaan. Merkille pantavaa on, että purkutason raekooltaan karkeimmat ainekset vastaisivat likipitään rantaäyrään hienointa ainesta. Näytteitä ottaessa on todettu aineksen olevan purkutason keskiosassa erittäin tiukkaa ja kovaa. Jyrkänparrasta lähestyttäessä aines on jo löyhempää ja jyrkänpartaalla ja sen rinteessä erittäin irtonaista. Edelleen on tuossa tutkimuksessa todettu purkutason maa-aineksen olevan hienointa sellaisilla rannoilla, missä törmän tai vesirajan aines on karkeinta.

Oulujärven rantamuodostus ja etenkin sen vedenalaisen osan kehittyminen on viime aikoina ollut monen Oulun yliopistossa suoritettun tutkimuksen kohteena. Ne koskevat järven säännöstelyn aikaista tilaa, jossa luonnonvaraiseen tilaan verrattuna aaltoilun vaikutustaso on alentunut ja vedenkorkeuden vaihtelun rytmi on muuttunut.

Kun vyöryrannan eri vyöhykkeiden mittasuhteita koskeva tarkastelu purkutason jälkeen on tullut läpikäydyksi, viittaamaan piirrookseen 28, mikä näin saatujen tulosten yhdistelmänä kuvaa Oulujärven tavallisinta vyöryrannan muotoa.

9 VYÖRYRANNAN LUONNONVARAINEN SUOJAUTUMINEN

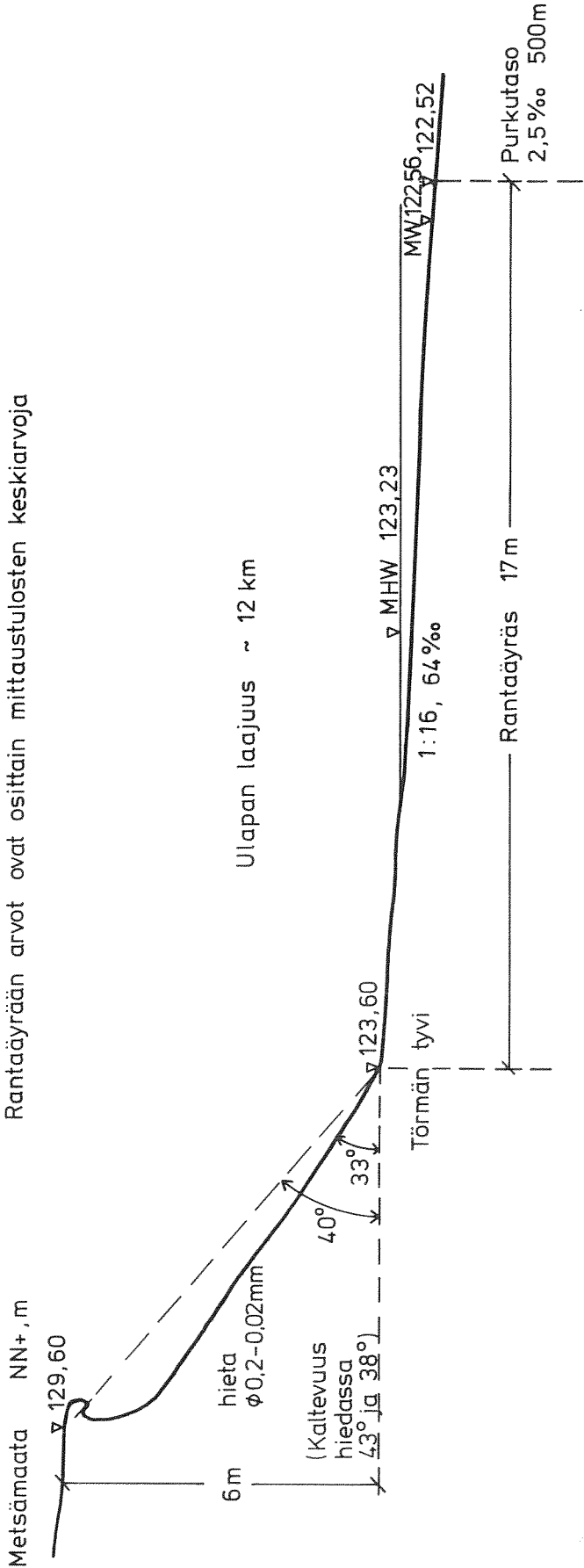
9.1 SUOJAUTUNEEN RANNAN PITUUS

Vyöryrannalla on itsellään eräänlainen kyky puolustautua aallokkovoimia vastaan. Tietyissä olosuhteissa se voi tässä taistelussa menestyä niin, että vyöryminen kokonaankin lakkaa ja törmä kypsyy puustoa kasvavaksi rinteeksi. Tällaiseen tulokseen johtaneita tekijöitä on useitakin - hallitsevimpana kuitenkin maaperän laatu. Törmien kypsymiseen vaikuttavien eri tekijöiden rajaaminen ei ole selväpiirteistä. Usein on kysymys usean tekijän yhteisvaikutuksesta, jota ovat monestikin edistäneet ihmiskäden työt rantojen suojaamiseksi.

Oulujärvi

Vyöryrannan tavallisin muoto

Laadittu lukuisuusarvojen perusteella
Rantaäärään arvot ovat osittain mittaustulosten keskiarvoja



Tästä johtuen ei seuraavassa tarkastelussa, joka pohjautuu vyöryrannoille tehtyihin silmävaraisiin havaintoihin ja ranta-asukkaiden kertomuksiin, ole syytä kiinnittää niinkään paljon huomiota eri suojautuneiden rantaosuuksien pituuteen, kuin luonnonvaraisen suojautumisen perustekijöihin.

Vyöryalueita esittäviin karttapiiirroksiin 3 ja 4 on merkitty myös ne ranta-alueen kohdat joissa vyörymisen on katsottu pysähtyneen luonnonvaraisesti. Taulukoissa 1 ja 2 käy ilmi näiden rantaosuuksien laajuus, mitä kysymystä havainnollistavat vielä piirrokset 10 ja 11. Näissä esitetty tilanne perustuu v. 1945 suoritettuun arviointiin. Suojautuneeksi todetun vyörytörmän jatkuvaa kestävyyttä on vaikea varmuudella päätellä. Kävi ilmi, että monet v. 1939 jo rauhoittuneiksi otaksutut törmät olivat v. 1945 vyörylle alttiissa tilassa. Nyt todetun tilanteen vakiintumista vahvistaa kylläkin merkittävästi se, että törmien vakavuus oli ollut kovalla koetuksella kahta vuotta aikaisemmin vallinneen korkean tulvan aikana.

Oulujärven lähes 80 km pituisesta vyöryrannasta n. 28 km osalla eli runsaalla kolmanneksella oli v. 1945 vyöryminen todettu pysähtyneeksi luonnonvaraisesti. Suhteellisesti eniten on suojautuneita rantoja Säräisniemen, Kuostonsaaren ja Vuoreslahden vyöryalueilla, joissa suojautuneiden rantojen pituus ylittää vyörymiselle edelleen alttiina olevien törmä-rantojen määrän. Paltaniemen Hannuksessa ovat sanotut osuudet lähes yhtä pitkät ja Ärjänsaarella jää suojautuneiden rantojen pituus jonkin verran vyöryalttiiden rantojen pituutta vähemmäksi. On todennäköistä, että Vuoreslahden ja Hannuksen asutuilla alueilla rantojen vahvistamisyritykset ovat voineet aikoinaan edesauttaa törmien suojautumista.

Sotkamon järvien puolella on suojautuneiden rantojen osuus suhteellisesti jonkin verran pienempi kuin Oulujärvellä, Nuasjärvellä 27 % ja Sapsojärvellä 21 %. Vain Kuluntalahden alueella suojautuneiden rantojen määrä ylittää vyöryalttiiden rantojen määrän. Poikkeuksen tekee kuitenkin Kiimasjärven etelärannan käsittävä

Valkolanrannan alue, jonka koko rantaosuus on merkitty suo-
jautuneeksi. Muihin alueisiin verrattuna sen ranta on verra-
ten suojaista ja törmä matalaa. Täällä on varmaan ihmiskä-
sikin auttanut luonnon työtä peltoalueiden suojaamisessa.
Lähemmät tiedot tämän alueen osalta puuttuvat.

9.2 RANTAAYRÄÄN KIVITTYMINEN

Rantatörmän suojautumiselle luo maaperän kivisyys hyvät
edellytykset. Valitettavasti Oulujärven vyöryrantojen maa-
perä on valtaosaltaan kivetöntä. Törmästä alassuistuneesta
kiviperäisestä aineksesta jäävät vähänkään kookkaammat kivet
rantaäyräälle, jota voi ennenpitkää verhota pyöreäkivinen
peitto. Tällä lailla kivittynyt rantaäyräs kasvaa myös siihen
saakka, kunnes aallokko ei enää yllä törmän tyveen. Tällöin
vyöry ei enää keskeytä törmän kypsymistä. Käsitykseni on,
ettei aallokko pystyne nyrkinkokoa suurempia kiviä siirtämään
rantaäyräältä. Pienikokoisista kivistä voi taas Paljakantör-
män rannan tapaan muodostua purkutasen yläosaan peittävää
somerikko. Varsin yhtenäistä sileäksi hioutuneiden kivien ver-
hoamaa rantaäyrästä tavataan varsinkin Säräisniemen pohjois-
sivulla. - Suurehkoja kiviä voi myös kasautua törmän tyveen
pallekiviksi. Tämä voi osittain olla myös jääntyönnän seu-
rausta, vaikkakin normaalisti talvenaikaiset vedenkorkeudet
ovat kesän ylivesiä alemmat ja niiden suunta on kevättalvel-
la laskeva. Tällöin laakeat purkutasot vaimentavat jäiden
liikettä. Mahdollista on, että myöhäisen jäänlähdön kohoa-
van tulvan aikana jäätelit painavat rantaäyrään kiviä törmän
suojaaksi. Pallekivistä verhottua törmän alustaa näyttää esiin-
tyvän eniten siellä, missä ranta on tavanomaista jyrkempää,
kuten Kuostonsaarella. - Harjasta voi törmän vyöryessä pal-
jastua myös suuria kivilohkareita, joita vesi ei pysty lii-
kuttelemaan. Jos näitä on runsaasti, muodostavat ne törmälle
sentapaisten etuvarustuksen, kuten esimerkiksi Kopolanniemi
Manamansalon länsirannalla.

Oulujärven vyöryalueita esittäviin piirroksiin 3 ja 10 on
merkitty myös rannan kivittymisen vuoksi suojautuneiden ranta-

osuuksien sijainti ja määrä. Suhteellisesti eniten on sanottulla tavalla suojautunutta törmää Kuostonsaareessa, missä tämä suojautumismuoto on hallitsevin. Määrältään eniten, yli 5 km, on törmän kivisyyden vuoksi kypsynyttä törmää Säräisniemellä, mikä osuus koostuu niemen pohjoissivustan ja Olkolanniemen monista kivisistä niemekkeistä ja kivipeitteisistä rantaosuuksista. Peruskartalla näyttävät monet tällaiset niemekkeet saaneen nimeensä kari -päätteen. Verraten paljon, runsas 1 km, on kivittymisen vuoksi suojautunutta törmää Ärjänsaareessa, missä tällaista rantaa on eniten saaren länsiosassa. Manamansalon harjuaines on sensijaan varsin kivetöntä. Sen kolmen eri vyöryrannan n. 17 km pituisella rantaosuedella on yhteensä vain n. 1 km suojautunut rannan kivisyyden johdosta. Kopolanniemen lisäksi kivisiä niemekkeitä ovat mm. Teeriniemi ja Paljakan törmän viereinen Harjanniemi. Oulujärvellä on kaikkiaan likimain 10 km sellaista törmää, jossa vyörymisen pysähtymisen alkusyynä on pidettävä maan aineksen kivisyyttä.

Sotkamon järvien törmät ovat varsin kivettömiä, eikä tässä kerrotulla suojautumistavalla ole siellä merkitystä. Eritteilyä eri suojautumismuotojen kesken ei näiden järvien kohdalla ole tehty.

9.3 HIEKKAKAARTEEN KASAUTUMINEN

Rantaäyräälle törmästä valunut aines luo vyörymistä hidastavan suojan, mutta riittävän korkeana se ei näy pysyvän, jos rantaan kohdistuu eri suunnilta tuleva voimakas aallokko, ja jos sen aines edellisen kohdan tapaan ei ole riittävän karkeaa pysyäkseen rantaäyräässä. Tällä tavoin omasta vyöryaineksesta suojautuneita törmiä tavataan harvassa. Sen sijaan on varsin yleistä se, että tiettyihin kohtiin kasautuu jatkuvasti ajohiekkaa muodostaen mahdollisesti aikaisemmin vyöryneelle rannalle kestävä suojan. Tällaisia kohteita muodostuu varsin usein vyöryrantojen sivustoilla oleviin lahdekkeisiin ja niemekkeiden tyviin. Kaarteen kasvun voimakkuus riippuu hallitsevan tuulen puoleisten törmien vyörymisnopeudesta ja maa-

aineksen laadusta. Milloin vyörytörmä on maaperältään hienojakoista, eivät kaarteet tästä aineksesta paljoakaan kasva. Voimakkaasti kehittyneitä kaarteita on varsinkin Niskanselän länsirannalla Nimislahden suunnalla, jonka kaarteiden aines on peräisin Säräisniemen törmistä sekä Manamansalon Hiisinie-messä, missä kaarteiden tehtäväksi on suurelta osalta tullut suuren suoalueen suojaaminen rantaeroosiolta.

Ajohiekkaa tarttuu myös vyöryrannalla oleviin esteisiin kuten kivivalleihin, niemekkeisiin, puunrunkoihin tms., missä ne kasvavat törmää suojaaviksi särkiksi. Näitä saat-taa tuuli puolestaan muotoilla. Hiekkaa kasautuu myös nie-mekkeiden sivustoille särkiksi, missä ne aallokon vaimenta-jina voivat hillitä vyöryä. Niemekkeiden välisiin lahdekkei-siin kerääntyneestä hiekasta muodostuneista kaarteista mai-nittakoon Säräisniemellä Laukkukaarre ja Olkkolankaarre lähellä niemen kärkeä sekä Manamansalon puolella Teeriniemen ja Kopolanniemen välinen lahdeke, joka nykyisin on leirintä-alueen uimarantana.

Oulujärvellä on hiekkakaarteiden johdosta vyörymisen pysäyt-tänyttä törmärantaa määrällisesti eniten Säräisniemellä eli n. 3,5 km, mikä on lähes 40 % kaikkiaan suojautuneesta ranta-osuudesta. Suhteellisesti hieman enemmän, n. 1,8 km, on sa-notunlaista rantaa Ärjänsaarella. Täällä hiekkakaarteet kes-kittyvät saaren itäosaan päättyen pitkään Kirkkosäikkään, mi-kä onkin ymmärrettävää ottaen huomioon saaren sijainti Ärjän-selkään nähden. Hiekkakaarteita on myös Kuostonsaaren ja eräil-lä Oulujärven etelärannan vyöryalueilla, mutta Koutaniemellä ja Paltaniemellä ei niitä rannan suojana tavata. Kaikkiaan on puheena olevien rantaosuuksien yhteismäärä 8 km suuruus-luokkaa.

9.4 RANNAN KASVITTUMINEN

Törmän saatua olla tulvalta rauhassa jonkin vuoden se pyrkii maaperästä riippuen kasvittumaan. Lepotilaansa palautuessaan hiekka- ja hietapohjaisiin rinteisiin ilmestyy helposti kaner-

vaa ja horsmaakin saattaa löytyä. Mäntykin pystyy tämänlaatuiseen törmään juurtumaan. Hienojakoisempaan maahan nousee taas monenkinlaista kasvillisuutta ja myös leppää, mikä vyörymisilmiön kannalta on merkityksellisintä. Näin kasvittunut törmä on kuitenkin suojassa lähinnä vain sateelta, sillä jos törmän jalusta - sen tyviosa - pettää, sortuu jo kasvittunutkin törmän rinne alas ennemmin tai myöhemmin. Ratkaisevinta törmän vakavuuden kannalta on se, että törmän tyveen ja siihen liittyvään rantaäyrään lähivyöhykkeeseen ilmestyy sellainen puusto ja pintakasvusto, että se pystyy torjumaan voimakkaan aallokon vaikutuksen. Ennen kuin ryhdytään tätä koskevaan tarkasteluun, on aihetta selvittää, mitä biologisia edellytyksiä vedenkorkeuksien puolesta puustolla on pysyä kasvuvoimaisena rantaäyräällä.

Puuston kyky kestää vesikatetta

Säännöstelytutkimusten yhteydessä tehtiin myös rantapuustoon kohdistuvia selvityksiä. Määrävälein tehdyt havainnot ja vaaitukset puulajisuhteista, puuston koosta, kasvupaikan korkeudesta yms., merkittiin ns. metsäkorteille. Oulujärveä koskevasta tutkimuksesta on laadittu erillinen metsän alarajaa koskeva selvitys (Seppänen, 1940), josta on esitetty yhteenveto Oulujärven säännöstelysuunnitelmassa. Se osoittaa, että alimmat lepät on tavattu korkeudella 122,90 ja alimmat männyt 10 cm ylempänä. Jos asiaa tarkastellaan lukuisuusarvojen perusteella, niin 10 % alimmista lepistä kasvaa korkeudella 123,25 ja mänty vastaavasti korkeudella 123,35. Näitä korkeuksia voidaan pitää sanottujen puulajien alarajoina. Varsinaisen metsän alarajana on kuitenkin pidettävä korkeutta 123,50, sillä vasta tällä korkeudella puuston lajisuhteet ja kasvu saavuttaa kasvulliselle metsämaalle asetettavat vaatimukset. Kun törmien alimmat tyvet ovat korkeudella n. 123,40, näyttää siis mahdolliselta, että vedenkorkeuden puolesta leppä voi kasvaa rantaäyrään yläosassakin.

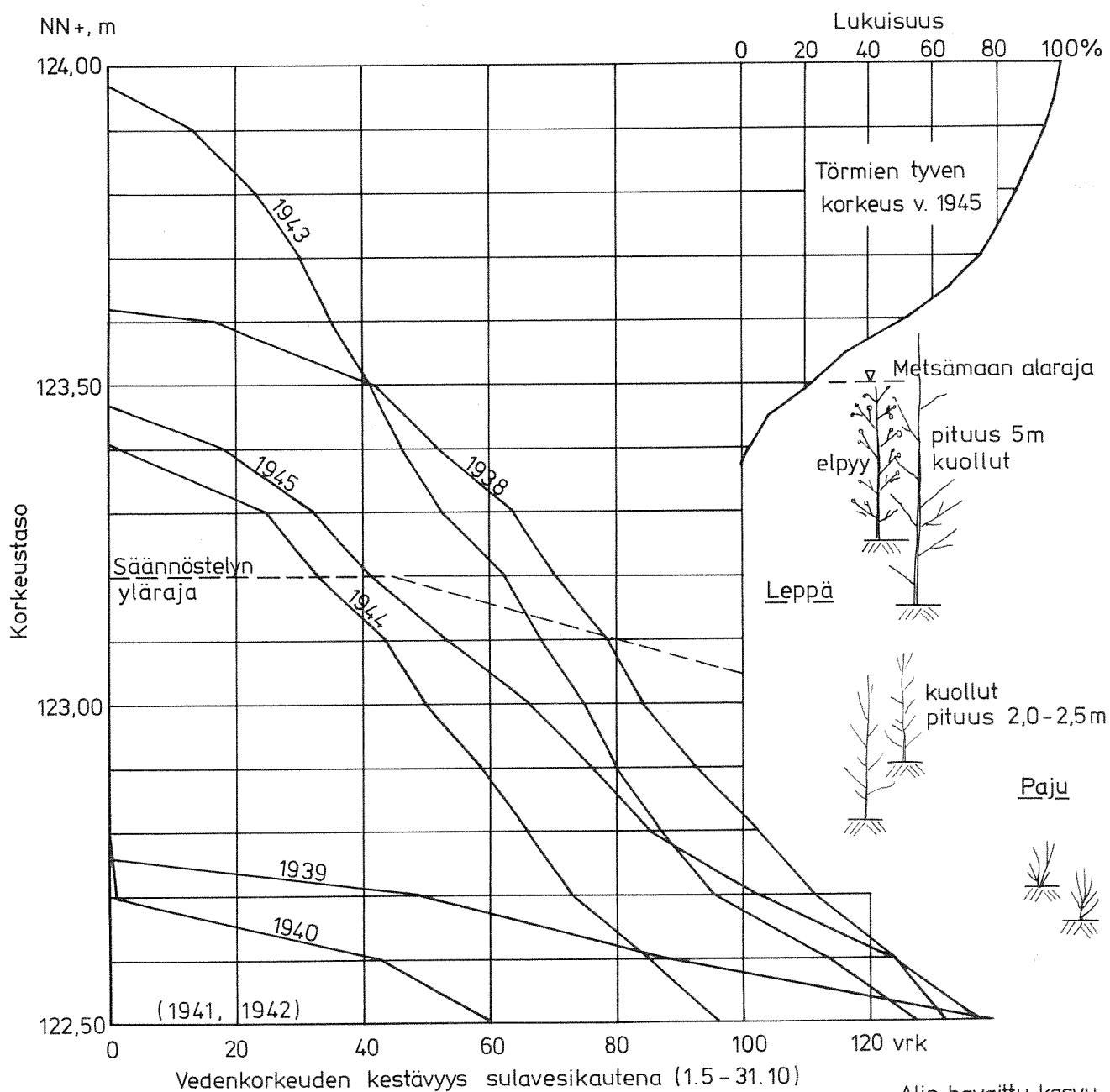
Sanottua puuston vedenkestämiskykyä on voitu valaista myös tekemällä havaintoja siitä, miten törmärannoilla oleva puu-

kasvillisuus oli kestänyt v. 1943 korkeaa ja pitkäaikaista tulvaa. Tätä koskevat v. 1945 tehdyt havaintotulokset on Oulujärven ja Sapsojärven osalta esitetty piirroksissa 29 ja 30. Puuston kasvupaikkaa ja niiden elinvoimaisuutta koskevien merkintöjen lisäksi käy piirroksesta ilmi havaintoaikaa edeltäneiden 8 vuoden vedenkorkeuden pysyvyys sekä vertauksen vuoksi myös törmien tyvikorkeuksien lukuisuuskäyrä. Oulujärveä koskeva piirros osoittaa, että leppä on kuollut korkeustason 123,15 alapuolelta. Tällä korkeudella on v. 1943 vedenkorkeuden kestävyys ollut n. 60 vuorokautta. Sen sijaan on elpymisen merkkejä todettu lepissä, jossa vastaava kestävyys on ollut n. 55 vuorokautta. Kun pisimpien kuolleiden leppien pituus on ollut 5 m, merkitsee se sitä, että ne ovat juuretuneet v. 1938 tulvan jälkeen. Tuona vuonna oli vedenkorkeuden pysyvyys korkeustasolla 123,15 lähes 10 vuorokautta v. 1943 pysyvyyttä pitempi. Edellä mainittu lepän tuhoutumisraja on 25 cm ylempänä aikaisemmasta tutkimuksessa todettua alimman lepän korkeutta, mutta 10 cm alempana saman tutkimuksen 10 % lukuisuusarvoa vastaavaa korkeutta. - Sapsojärveä osoittava piirros osoittaa hieman parempaa lepän vedenkestämiskykyä kuin Oulujärvellä. Täällä on tavattu n. 2,5 m pituista leppää sellaisessa tasossa, jossa usean vuoden vedenkorkeuden pysyvyys on ollut 70 vuorokauden tienoilla. Pientä mäntyäkin on kasvanut korkeudella, jossa v. 1943 vesikate on kestänyt n. 55 vuorokautta. Sanottu eroavuus Oulujärven nähden, joka asian laatuun nähden ei ole merkittävä, saattaa johtua leppien suotuisammasta lepän kasvupaikasta Sapsojärvellä. Kasvupaikkojen vertailu törmien tyven korkeuksiin osoittaa puolestaan lepän viihtymismahdollisuudet rantaääräälle varsin hyviksi. Paju näyttää menestyvän leppääkin alemmalla tasolla.

Lepittyminen

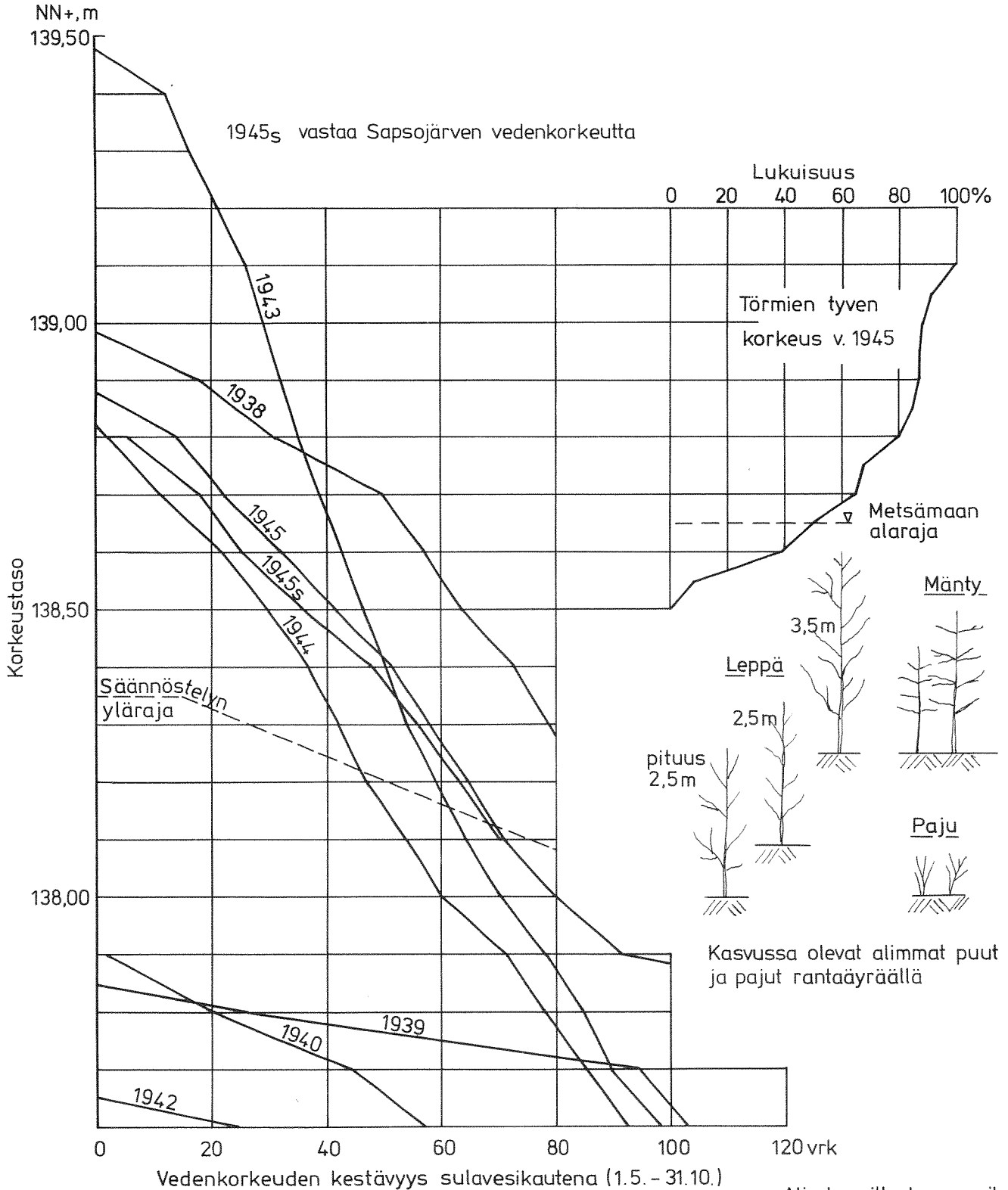
Vaikkakin leppä - tässä tapauksessa harmaa leppä - omaa varsin hyvät edellytykset kestää luonnontilassa esiintulevia vesikatteita rantaääräällä, ei se kuitenkaan ole levinnyt tähän rantavyöhykkeeseen läheskään siinä laajuudessa, kuin tehtyjen selvitysten ja törmien maanlaadunkin perusteella

Törmien tyven korkeuden ja rantaäyrään taimikon kasvun riippuvuus tulvakausien kestävydestä vuosina 1938-1945



Alin havaittu kasvu-
paikka 5-12.7.1945
Koutaniemi

Törmien tyven korkeuden ja rantaäyrään taimikon kasvun riippuvuus tulvakausien kestävydestä vuosina 1938 – 1945



Alin havaittu kasvupaikka 14.6.1945 Kuusiniemi

olisi odotettavaissa. Eräänä syynä tähän on kasvupaikan ankeus siinä mielessä, että aallokko, vaikkei se törmän tyveen yltäisikään, rajoittaa kasvillisuuden kiinnittymistä rantaäyräälle. Sitäpaitsi tuulelle ja sateelle altis kasvupaikka törmän edustalla voi vaikeuttaa puuston juurtumista rantaäyräälle.

Merkittävimpänä tekijänä yllä sanottuun on pidettävä maaperää. Säännöstelysuunnitelmassa todetaan männyn kiinnittyvän törmään, jos sen hienoin ainesosa on karkeaa hietaa, kun taas lepän kasvupohjassa tulee olla ainakin 25 % hiesua tai savea. Manamansalon länsirannalla näyttää leppä saaneen jalansijaa sellaisessa törmässä, jossa hiedan osuus oli n. 90 % ja hiesun lähes 10 %. Tarkastettaessa eri vyöryalueiden maalajisuhteita (ks. piirrokset 12 ja 13) todetaan varsin huomattavan osan törmärantoja täyttävän sanotunlaiset lepän kasvuväet. Kun kysymys on kuitenkin rantaäyrästä, on tilanne toinen. Aikaisemmin on todettu, että rantaäyrään törmästä kasautunut tai muualta kulkeutunut maa-aines on lajittuneempaa ja karkeampaa kuin itse törmän maa-aines. Kun ajohiekan vuoksi äyrään maa-aines on liikkumisvaiheessa, vaikkei vyörymistäkään tapahtuisi, on puustolla ilmeisiä vaikeuksia järvien luonnontilaisissa olosuhteissa juurtua rantaäyrääseen. Istutuksissa on tämänlainen häirtatekijä kylläkin poistettavissa. Sanottua päätelmää tukee se, että lähinnä vain Koutaniemellä tapasin v. 1939 törmän tyvessä ja rantaäyrään yläreunassa sellaisia lepikkoja, jonka tuolloin uskoin pysyvästi suojaavan törmän vyöryllä - toisin kuitenkin kävi. Lepikon menestymiseen luo edellytykset törmien hienoaineksinen maaperä, jota rantaäyräs täällä likipitään vastaa. Vyöryrantojen purkutasoitan olisivat maapohjaltaan yleisesti riittävän hienojakoiset, mutta vedenkorkeussuhteet eivät puolestaan anna edellytyksiä puuston ja pensaikon kehittymiselle.

Nurmettuminen

Kasvittumisesta johtuva toinen törmän suojautumismuoto on nurmettuminen. Humuksettomaan hiekka- ja hietamaahan ei hevin synny sellaista

ruohokasvillisuutta, joka pystyisi paljoakaan suojaamaan törmää aallokon vaikutukselta. Mahdollisuudet nurmettumiseen parantuvat, jos pelloilta sortuu törmän tyveen kiinteitä nurmimättäitä, jotka pian juurtuvat uuteen alustaan. Milloin räystäsmäiset ulokkeet lohkeilevat voi tällainen nurmimatto eritoten antaa melko hyvän suojan törmälle. Tämänkaltaista suojautumista tapahtuu parhaiten matalahkoilla peltotörmillä. Törmän tyviosan tulee kuitenkin olla tällöin jo riittävän loiva. Jos törmän lepovaihe on tarpeeksi pitkä, edesauttaa törmän nurmettuminen myös rannan lepittymistä ja pensoittumista. Koska peltomaiden vyöryjen kohdalla rannanomistajat pyrkivät eri toimin edistämään törmänsä nurmettumista ja lepittymistä, rantojen suojautuminen kasvittumisen kautta saattaa itse asiaossa olla monenkinlaisen yhteistyön tulos.

Metsämaan matalahkossa törmässä näyttää joskus käyneen niin, että varvikon ja muun kasvuston juuriston koossapitämä sammaleinen pintakerros on pudonnut alas peittäen törmän sen tyveen saakka. Jos tällainen talja saa tuekseen vielä ajohiekkaa, voi se tarjota pysyvän suojan törmälle.

Kasvittuneen rannan yleisyys

Oulujärven vyöryalueilla näyttää kasvittumisen vaikutuksesta suojautuneita törmäiä olevan suhteellisen paljon Vuoreslahden ja Hannuksen alueilla. Sanotunlaisia törmäiä on lähes kaikilla vyöryalueilla, mutta eniten niitä on siellä, missä hietavaltaisessa maaperässä on myös hiesuainesta, Oulujärven län-siosassa on näin suojautuneita törmäiä eniten Painuanlahden alueella. Kaikkiaan on Oulujärvellä likimain 10 km sellaista törmärantaa, jolla vyörymisestä on katsottava pysähtyneen puu- ja pensaskasvillisuuden tai nurmettumisen vuoksi.

Sotkamon järvien kohdalla on törmien suojautumista käsitelty vain yhtenä ryhmänä. Pääasiassa on kysymyksessä rantojen kasvittuminen. Vyörymiselle alttiiseen törmärantaan verrattuna on törmien kasvittuminen ollut jonkin verran voimakkaampaa Nuasjärvellä kuin Sapsojärvellä, ellei oteta lukuun

Kiimasjärveä, josta oli jo edellä puhe. Suhteellisesti eniten on kasvittumisen kautta kypsyntä törmää Kuluntalahden alueella, sen sijaan määrällisesti eniten, lähes 1,5 km, Huuskonniemen - Tikkalanniemen alueella. Tästä on suurin osa Tikkalanniemen pohjukassa, Jäätiönlahdessa, jossa tavataan myös hiekkakaarten muodostusta.

9.5 VYÖRYMISTÄ HIDASTAVAT TEKIJÄT

Vyöryrantojen eri luonnonvaraiset suojautumismuodot eivät läheskään aina ole olleet riittävän tehokkaita suojelemaan törmä tulvia vastaan. Nämä itsepuolustuskeinot ovat kuitenkin aina omiaan hidastamaan vyöryn kulkua. Tulvan aikana rantaäyräälle suistunut törmäaines on puolestaan ensimmäinen vyöryn hidastustekijä. Vedenkorkeus- ja tuulisuhteista riippuu, miten kauan tällainen vyörykeila voi suojata törmää uudelta vyöryltä. Mikäli rantaäyräs pystyisi kasvamaan omasta vyörymaasta silloinkin kun siinä ei ole runsaasti kiviaineita, ei huolta vyörymisestä juurikaan olisi. Edellä on myös käynyt ilmi, ettei rantaäyräs merkittävästi leveene, vaikka törmän vyöry olisi rajuakin.

Purkutason kohdalla on asia toisin. Sehän levittäytyy jatkuvasti vyörymisen myötä. Kun purkutaso kuten rantaäyräskin vaimentaa aallokkoa, vaikuttaa purkutason laajentuminen, tosin pitkällä ajanjaksolla nähtynä, vyörymisilmiöön hidastavasti. Korkeiden tulvien aikana eivät sanotut rantavyöhykkeet pysty tyrskyä hillitsemään, mutta vedenkorkeuden allessa tehostuu rantamatalan aallokkoa jarruttava vaikutus ja tämä lyhentää myös aallokon törmään kohdistuvaa vaikutusta. Esimerkkinä tästä mainittakoon Manamansalon Pantiontörmä, jonka edustalle aukeaa laaja Niskanselkä ja jonka törmä on erittäin alttiina alkukesänä luoteistuulien nostamalle aallokolle. Kuitenkaan ei tässä hietaisen hiekkamaan törmässä ole tapahtunut viime aikoina kovinkaan voimakasta vyörymistä. Eräällä törmän osalla on törmä lepittänytkin. Merkittävänä syynä tähän on purkutason leveys, joka paikoin lähentelee yhtä kilometriä.

Vyörymiseen hidastavasti vaikuttavista tekijöistä puhuttaessa on tuotava esiin maankohoamisen vaikutus Oulujärven länsiosan törmien vyörymiseen. Jos pidättäydytään siihen aikaan, jolloin järven rannalla on ollut asutusta, eli noin neljään vuosisataan, ei tämän ilmiön vaikutusta ole pidettävä perin merkittävänä. Tätä kannanottoa on perusteltu edellä kohdassa 7.4.

10 VYÖRYTÖRMÄN SUOJAUSTYÖT

10.1 TIETOLÄHTEET

Törmien vyöryminen on ollut rannanomistajien jatkuvana huolenä. Tuskin kukaan heistä on jäänyt toimeettomaksi nähtyään rakennustensa olevan vaarassa tai arvokasta peltoa suistuvan veteen. Tällöin he ovat myös todenneet voimattomuutensa luonnonvoimia vastaan. Kokonaisuuteen katsoen on suojaamistoimenpiteellä saatu tulos varsin rajoitettu. Asuinrakennusten kohdilla on rannat kylläkin saatu vahvistetuiksi, mutta saunoja ja vajoja on jouduttu uhkaavan vyöryn vuoksi siirtämään, ehkä niitä on veteen sortunutkin. Myös eräitä matalahkoja peltomaan törmä on onnistuttu vaihtelevin toimenpitein suojaamaan.

Rantojen suojaamista koskevassa katsauksessa ei ole tarkoitus niinkään kiinnittää huomiota alueellisiin kohteisiin ja rantapituuksiin kuin eri suojausmenetelmiin ja työtapoihin. Tätä koskeva tietoaineisto on koottavissa niiden ranta-asukkaiden kertomuksista, jotka itse ovat omakohtaisesti sanottuja töitä suorittaneet ja saaneet näihin kysymyksiin kokemuseräistä tuntumaa. Heillä on myös monesti säilynyt muistinvaraista tietoa aikaisempien sukupolvien uurastuksesta. Vaikka toimenpiteen luonne ja vaikutus voi olla rannalla hyvinkin havaittavissa, maanomistajan haastattelu tuo asiaan monesti uutta sisältöä.

Käydessäni seuraavassa läpi erilaatuisia jo tehtyjä rannansuojaustöitä ja jäljempänä myös vyörymisnopeutta koskevaa

kohtaa tulen nimeltä mainitsemaan ne henkilöt, joiden kertomaan asiatiedot perustuvat. Haluan kuitenkin tässä vielä erikseen mainita eräitä tilallisia, joilta olen eri vaiheissa saanut moninaista niin vyörymiskysymykseen liittyvää kuin Oulujärven paikallisia olosuhteita valaisevaa kuvausta, mikä on ollut myös omiaan lisäämään kiinnostusta käsiteltävänä olevaan aiheeseen. - Manamansalon länsirannan Puronrantaan uudisraivaajaksi asettunut Laitilan tilan isäntä Väinö Karjalainen on monien yritysten jälkeen onnistunut varsin erikoisella tavalla pelastamaan talouskeskuksensa rannan tulvan tuholta. Kun hän on myös osallistunut metsähallituksen rantojen vahvistamiseen ja nyt viimeksi suojaamiskokeiluihin, hänellä on ollut annettavanaan paljon moninaista kokemuseräistä tietoa. Manamansalon koilliskulmalla Martinlahden rannalla asustava maanviljelijä Jaakko Leinonen, joka kalasti tuolloin myös uutterasti ja kuljetti "Myrsky" -moottorillaan vakituisesti Salon väkeä Kajaanissa, on selostanut asuinseutunsa vyörymissuhteita ja erityisesti valaissut Oulujärven vesistö- ja kalastusoloja. - Koutaniemellä, näitä jo iäkkäämpi Ilkon talon isäntä Jaakko Piirainen ja Pyykkölän Iikka Sivonenkin ovat puolestaan kuvanneet tämän seudun erittäin ongelmallista peltomaan vyöryä. Edellä mainittujen, kuin myös monen muun, perhe tarjosi tämän kirjoittajalle aina vieraanvaraisen tukikohdan hänen matkatessaan Oulujärvellä. Tällöin oli aina tilaisuus erityisesti Oulujärven olosuhteita valaisevaan tarinointiin.

Koska lukija saattaa oudostella sitä, miten kiinteän ranta-tutkimustyön puitteissa on ollut mahdollista puuttua näinkin laajasti varsinaisesta työstä osittain irralliseen kysymykseen ja käyttää mm. aikaa ranta-asukkaiden haastatteluun, haluan taustaksi valaista silloista jo "historialliseksi" katsottavaa käytäntöä. Tutkimusryhmät lähtivät tuolloin maastoon heti jäiden lähdettyä järvistä ja Helsinkiin palattiin pimeään ja kylmänkin jo hätistellessä lokakuussa. Kesälomia ja viikonvaihteen vapaita ei tuolloin pidetty. Ylöspito saatiin aina tutkimuskohteen lähistöllä olevasta talosta. On selvää, että iltapuhteen juttutuokiot liikkuivat paljolti

paikallisten vesiasioiden piirissä, eikä epäselväksi jäänyt se, mitä tutkimus koski. Joutuessani kiertämään eri ta-
hoilla vesistöä toimivien tutkimusryhmien luona, oli minulla
tällä yhden sulavesikauden käsittävällä virkamatkalla ti-
laisuus varsin laajaan ajatustenvaihtoon paikallisen asu-
jamiston kanssa. Tällöin tuli esille paljon sellaista ve-
sistötutkimukselle tärkeätä, johon ei olisi osannut muutoin
kiinnittää huomiota. - Nykyään on tilanne toinen. Aamulla
autoon ja illaksi kotiin periaateella jää tutkijoiden kos-
ketus paikalliseen asujamistoon monesti vähäiseksi. Nämä
asukkaat varmaan ihmettelevät ketä nuo tilan rannalla käy-
neet miehet olivat ja mitä heidän mittauksensa tarkoittivat.
Maastotutkimuksissa olisi aina varattava aikaa myös yhtey-
denottoon asianomaisiin tilallisiin, ei yksin tutkimuksen
ja hankkeen tarkoituksen selvittämiseksi, vaan myös näiden
esittämien näkökantojen huomioon ottamiseksi. Tällä on näh-
däkseni tärkeä merkitys vesistöhankeeseen suunnittelun ja
toimeenpanon kannalta.

10.2 SUOJATUN RANNAN PITUUS

Vyöryalueita koskevista yhdistelmästä (ks. taulukko 1 ja 2
sekä piirroksat 3-4 ja 10-11) käy ilmi, että Oulujärvellä
on pystytty lähes 4 km pituudelta estämään törmien vyörymi-
nen, mikä määrä on 5 % koko törmärannasta. Tontti- ja pel-
tomaan törmistä tämä on 16 %. Tätä pitemmällä rantaosuudella
on kylläkin suojaustöitä tehty, mutta tuloksetta. Eniten suo-
jattua rantaa, n. 1,8 km, kertyy Manamansalon koillisrannan
asutulle Heikan kyläkeskuksen alueelle. Saman saaren länsi-
rannalla on Puronrannan tilojen rantaa saatu vahvistetuksi
runsaan 1 km pituudelta. Alassalmen Vuottolahden alueella on
vastaava rantaosuus yhteensä n. 0,6 km. Tällä kohtaa on pai-
kallaan muistuttaa siitä, että suojauskohteiden tarkkaan
rajaamiseen ei ole mahdollisuutta, sillä saattaa monesti
olla niin, että luonnonvaraisesti suojautuneeksi rannaksi
on tullut merkityksi sellainenkin kohta, jossa suojautumi-
sen alkuvaikuttimena on ollut ihmistyö.

Sotkamon järvien puolella on suojattua rantaa Nuasjärvellä suhteellisesti huomattavasti enemmän kuin Oulujärvellä. Täällä on sanotunlaisen rannan pituus n. 1,8 km, mikä on 18 % koko törmärannoista ja 48 % tontti- ja peltomaan kohdalla olevasta vastaavasta rannasta. Suojatut rannat keskittyvät lähinnä järven asutuille rantueille. Sapsojärven puolella on suojattua rantaa merkityksettömän vähän.

10.3 KIVIVALLI JA -VERHOUS

Tehokkain ja ensikädessä mieleen tuleva tapa vahvistaa törmää on sen tyven kiveäminen. Tätä toimenpidettä on kuitenkin suuresti rajoittanut vyöryalueiden vähäkivisyys. On huomattava, ettei vuosisatamme alkupuolen kuljetusvälineistö luonut mahdollisuuksia suurehkojen kivimäärien tuomiseksi etäänpä. Niinpä tukevia kivivahvistuksia on tehty lähinnä vain siellä, missä asuntotontti tai muutoin arvokas maa on ollut alttiina vyörymiselle. Kiviä on kylläkin käytetty myös muiden suojaustöiden yhteydessä kuten risutusten painona ja rantasuisteiden rakennusaineena. Kivillä on se etu rantojen suojauksessa, ettei vesi kuljeta niitä pois, ja etteivät ne lahoa. Tosin ne pyrkivät painumaan maahan, mutta tällaista suojausta voidaan aina korjata ja korottaakin.

Yleisin tapa suojata törmää kivillä on niiden kasaaminen törmän tyveen valliksi niitä sen paremmin asettelematta. Varsin monessa tapauksessa valli on jäänyt liian matalaksi, jolloin korkea tulva on päässyt kuluttamaan törmää ja etäännyttämään törmää vallista. Näin alkuaan törmän tyven vahvistukseksi tarkoitettu kivivalli on saanut aallonmurtajan luonteen - tällaisena kuitenkin liian matala ja heikko. Vain eräässä kohden tapasin asuntotontin rannan vahvistuksessa ladottua kiviverhous.

Seuraavassa selostetaan merkittävimpiä tietoon tulleita kohteita, jossa rannan vahvistukseen on pääasiassa käytetty kiviä. Tähän selostukseen on asian valaisemiseksi kuvattu myös sellaisia töitä, joissa tavoitettua tulosta ei ole saavutettu.

Oulujärvi

- Järven etelärannalla Vuolijoen suun lähistöllä sijaitsevan Joensuun tilan asuinrakennuksen kohdalla olevaa matalaa rantatörmää on kiviheitokkeella vahvistettu v:n 1905 tienoilla. Juha Hurskaisen kertoman mukaan tämä runsaan 30 m pituinen kiviverhous on kestänyt hyvin. Peltomaan kohdalla oleva, nyt jo pellon törmästä irrallaan oleva kivivalli on tehty myöhemmin ja se on alkuaan jäänyt liian matalaksi.
- Vuoreslahdessa olevan Kannaksen tilan rantaan rakennettu verraten kookas kivivalli on suojannut saunarannan, mutta muulta osaltaan se on ollut liian matala, jolloin sen sisäpuolelle on syntynyt suojainen lahdeke. Vuoden 1943 tulva näytti särkeneen kivivallia ja aiheuttaneen jonkin verran vyöryä jo hyvin nurmettuneessa törmässä.
- Alassalmen ja Valjuksen välistä lahtea kertoi Kalle Alasalmi yritetyn aluksi vahvistaa hirsiseinämällä, mutta sen hajottua kasattiin rantaan kahteen eri kertaan kivivallit, mutta ne upposivat ennenpitkää saviseen pohjaan.
- Manamansalon länsirannalla oli Väinö Karjalainen v. 1922 yrittänyt suojata omistamansa Laitilan tilan rantaa kiviheitokkeella, joka ei kuitenkaan ollut riittävän vahva. Kaksi vuotta vuoden 1924 tulvan jälkeen hän päätyi suojaustyvissä rantasuisteeseen, josta jäljempänä.
- Edellistä kohdetta pohjoisempana valtionmaalla on metsähallituksen toimesta suoritettu rannan kiveämistä, josta kiviä on vieläkin näkyvissä lepittyneen törmän tyvessä.
- Laiskanselän länsirannalla Salmenniemenellä on törmän edessä kivivallia, joka on pystynyt jonkinverran vyörymistä hiestämään.

Nuasjärvi

- Järven pohjoisrannalla on vahvistettu kiviheitokkeella suhteellisen pitkää rantaosuutta, johon kuului myös tonttialuetta. Kiviainesta, joka oli verraten kookasta oli lähistöllä saatavissa ja maantien läheisyys helpotti kuljetusta. Lahtelan tilan omistaja Kusti Arffman kertoi, että suojaus oli aloitettu jo viime vuosisadan puolella ja että kiveyksen yhteydessä oli istutettu myös kuusia, jotka olivat jo varsin kookkaita. Hän korosti sitä, että kiviheitoketta tulee aina korjata ja vahvistaa, sillä saviaines työntää kiviä äyräälle.
- Korvanniemenellä on kivivahvistuksin onnistuttu suojaamaan eräitä lyhyitä törmäkohtia.

Sapsojärvi

- Sotkamon keskustan äärellä olevan Hirvenniemen rantatörmä on aikoinaan vahvistettu kivivallilla, joka v. 1939 näytti antavan riittävän suojan törmälle. Vuoden 1943 tulva sortti alas tämän arvokkaan tontin jo hyvin nurmettunutta törmää sen päälle istutettuine nuorine koivuineen.
- Sotkamon keskustan Akonniemessä Pirttijärven puolella oli erään rantatontin matalahko, loivennettu törmän rinne vahvistettu huolellisesti ladotulla kiviverhouksella.

10.4 HIRSISEINÄMÄ

Puutavaran ollessa aikoinaan verraten halpaa oli selvää, että sitä voitiin huolettomasti käyttää myös törmien suojaamiseen. Tuulelle alttiilla harjurannalla oli useasti tuulenskaatojakin ja törmästä suistuneita puita, jotka hyvin joutuivat tällaiseen tarkoitukseen. Tavallisimmin puunrungot asetettiin rannan suuntaisesti niitä monesti myös paalutuksin tukien. Saattaa olla mahdollista, että matalissa törmissä on ladottu riukuja pystysuunnassa törmän rinteeseen tuettuna pitkittäisjuoksuilla, jollaisen rakenteen olen tavannut Ristijärven Iso-Pyhäntäjärvellä. Puusta rakennetut seinämät, olivatpa ne tehty kuinka huolellisesti tahansa, eivät ole osoittautuneet riittävän kestäviksi. Niitä olisi pitänyt jatkuvasti kunnostaa ja lahoamisen vuoksi uusiakin. Seuraavasta aluekuvauksista käy ilmi mm., mitä eri seikkoja tulee ottaa huomioon, jos pyritään mahdollisimman lujaan seinärakenteeseen.

Oulujärvi

- Manamansalon länsirannalla olevan valtionmaan rantaan oli ao. aluemetsänhoitaja 1920-luvun alussa teettänyt 70 m pituisen ja 1,5 m korkuisen hirsiseinämän n. 2,5 m korkuisen vyörytörmän tukemiseksi. Tämä ilmeisestikin kokeilumielessä tehty rakenne, jota koskevassa rakennusohjeessa oli varmaan otettu huomioon suojaustöistä saadut kokemukset kesti n. 15 vuotta ennen lopullista hajoamistaan.

Hirsiseinämän rakennetta ja tekotapaa selvittää sen rakentajan Väinö Karjalaisen kuvaus. Puutavara otettiin pystymetsästä. Seinämän etuseinän, joka kaltevuudeltaan oli

törmän luiskan mukainen, muodostivat pyöreät n. 6 m pituiset vaakasuunnassa olevat hirret. Ne sidottiin törmään n. 1,5 m pituisilla tukipaaluilla. Näitä ei saanut juntata maahan, vaan ne kaivettiin törmään tyvipuoli maahan päin. Paaluja ei myöskään kuorittu luistamisen ja lahoamisen estämiseksi. Kutakin seinämän pituusjuoksua kohden tuli kolme paalua, jotka sidottiin pyrstö- tms. liitoksella. Etuseinän hirret kuorittiin, mutta niitä ei pinnattu. Ne asetettiin latvat vastakkain ja tapitettiin hirsiseinän tapaan. Liitosten tuli sattua eri kohdille. Hirsiin tehtiin myös varaus, mutta toisinpäin kuin rakennuksen seinässä, jotta maa-aines pysyisi varauksessa sitä tiivistäen. Valmiin seinän taakse valutettiin maata ja juntattiin tiukaksi. - Havaintonaan Karjalainen mainitsi, että korkean tulvan aikana vesi löi kovana hyökynä seinämään, josta palaava vesi kulutti maata pois rakenteen juurelta. Seinämän yli lyönyt tyrskyvesi puolestaan kaivautui seinämän taakse maata vähin erin vyöryttäen ja täten heikentäen rakenteen tuentaa. Ottaen huomioon tällaisen rakenteen kustannukset hän katsoi sellaisen tulevan kysymykseen vain erittäin arvokkaan rantaosuuden suojauksessa.

- Kalle Alassalmen kertoman mukaan oli hänen rantaansa yritetty aluksi suojata salvamalla tehdyllä hirsiseinämällä, mutta sen pian hajottua oli turvauduttu edellisessä kohdassa mainittuun kivivalliin.

Nuasjärvi

- Rönnynmäellä oli rantojen suojaukseen ryhdytty Matti Rönny'n kertomuksen mukaan jo v. 1885. Hänen isänsä Aatami Rönty oli aluksi rakentanut pitkin rantaa törmää varten tukeista seinämän, jota sitoi sen eteen lyödyt paalut. Tämä rakenne hajosi jo seuraavana keväänä. Tämän jälkeen rakennettiin juohteet, joista jäljempänä.

Sapsojärvi

- Sotkamon Hiukan törmän sivustalla oli rantatontin matala törmä vahvistettu pinnatulla hirsiseinällä, jossa polvekkeet oli tehty tavallisella nurkkasalvoksella. Vuonna 1945 tämä rakenne oli edeltäneen korkean tulvan jäljeltä jo pahoin rapistunut.

10.5 RISUTUS JA MURROS

Varsin yleistä on ollut se, että törmän suojaksi on sen tyveen kannettu rankoja ja risuja. Ellei niitä painotettu kivillä tai muutoin tuettu lujasti, jäi tämän suojauksen vaikutus lyhytaikaiseksi, sillä aallokko irroitti ne veden vietäväksi. Jos risutus olisi saatu pysymään pitempään paikoillaan, olisi se estänyt ajohiekan kulkua ja näin ranta-äyrästä kasvattaen myös tätä kautta suojannut törmää aallo-

kolta. Huolellisimminkin tehtyjä pajukerppo- ja risunkivahvistuksia on myös käytetty. Törmän tyveen on joissakin tapauksissa kasattu rannan suuntaisesti pienehköjä puunrunkoja latvuksineen. Tällainenkaan murros ei ole osoittautunut kestäväksi, sillä aallokko vetää puunrungot ulospäin rantaäyräälle. Ne eivät kuitenkaan kulkeudu hevin pois etenkin, jos juurakot ovat niitä sitomassa, jolloin tällaiset juurakot keräävät hiekkaa paremmin kuin risutukset. Risutuksista ja murroksista on seuraavanlaista tietoa.

Oulujärvi

- Säräisniemellä kertoi tuolloin 58-vuotias Paavo Leinonen pajuistutusten ohella asetetun sidottuja pajukerppoja pitkittäin törmän tyveen, mutta kun niitä ei tuettu kivillä, vesi huuhtoi ne pois. Vuonna 1910 lyötiin törmän juureen kahden miehen juntalla paalut noin metrin välein yli metrin syvyyteen ja paalujen väliin pujotettiin nuoria mäntyjä oksineen, joita ei sidottu toisiinsa. Tällainen risunkivahvistus kesti hyvin lahoamiseensa saakka.
- Vuoreslahdessa olevassa Saunasaaressä oli rantavyöryn johdosta suistunut alas runsaasti nuorehkoa männikköä. Näistä rungoista, ehkä osittain karsittuina, oli kasattu pituussuuntaisesti törmän alle murros. Tämä oli antanut törmälle aluksi suojaa, mutta v. 1938 tulva oli jo hajottanut murrosta vetäen runkoja kampamaisesti rantaäyräälle. Tällainen murros oli kuitenkin rajoittanut törmästä valuneen aineksen kulkeutumista saaren sivustoille kasaantuneisiin särkkiin.
- Koutaniemen länsipäässä olevan Koivuranta -nimisen kesäasuntotontin omistajat postimestari Koivisto ja hänen vaimonsa kertoivat jatkuvasti kantaneensa risuja törmän alle rannan suojaamiseksi. Kivien puute oli tehnyt nämä yritykset hyödyttömiksi, sillä rantaa oli vyörynyt 20 m syvyydeltä. He mainitsivat vielä siitä, että savikerrokset - "söyrit" - ja rantaan ajautuneet tukit voimistavat vyöryä. Hienojakoisessa maaperässä maan sortuminen tapahtui paljolti lohkaraina.
- Oulujärven eittämättä tunnetuinta Paltaniemen vanhan hautausmaan vyöryrantaa on myös aikoinaan pyritty suojaamaan. Vuonna 1905 syntyneen Konsta Määtän kertomuksen mukaan piispa oli tarkastuksessaan määrännyt sanotun rannan suojattavaksi. Tämän johdosta tilalliset ajoivat talvella rannalle rankoja ja risuja. Kesällä 1895 ne asetettiin törmän juureen niiden tueksi lyötyjen paalujen taakse. Risutuksen päälle ajettiin vielä painoksi hirsiä. - Mielenkiintoista on havaita, että Iivari Leiviskä (1913) mainitsi tavanneensa heinäkuussa 1910 törmän juurelta kymmenisen pääkalloa ja luita. Hänen tuolloin ottamansa valokuvassa näkyy jätteitä paalutuksen tapaisesta varustuksesta,

josta törmä oli kuitenkin etääntynyt useita metrejä. Seurakuntalaisten tekemä vahvistus oli joutunut ottamaan vastaan v. 1899 korkean veden tyrskyt ja oli varmaan pystynyt vyöryä hillitsemään.

- Paltaniemen hautausmaasta puhuttaessa todettakoon tässä vielä Konsta Määtän kertomana, että maanmittausinsinööri Ilmari Laukkanen oli vuosina 1931-1932 tehnyt kartan Paltaniemen ranta-alueesta tarkoituksena, että sen pohjalta laadittaisiin suunnitelma rantatörmän suojaamiseksi, mikä sitten toteutettaisiin silloisen pula-ajan hätäaputyönä. Maaherra ei kuitenkaan antanut insinööriä tämän suunnitelman tekemiseksi, jolloin tämä hyvä yritys raukesi. - Tätä karttaa en ole onnistunut tavoittamaan. Mielenkiintoista olisi ollut myös todeta, minkälaiseen suojausratkaisuun suunnitelmassa olisi päädytty.

10.6 NURMETUS JA ISTUTUS

Peltomaan törmän vyöryttyä ja sen alaosan jo riittävästi loivennettua pyritään sitä monesti verhoamaan alas pudonneilla nurmimättäillä, mikäli tulva on niitä jälkeensä jättänyt. Matalaa törmää on useasti loivennettu ja mahdollinen räystäsmäinen nurmimatto on leikattu törmän suojaksi. Koska maaperä peltomaan kohdalla on tavallisesti savi- tai hiesupitoista, juurtuu nurmi törmään nopeasti. Varsinaisesta heinän kylvöstä törmään tai rantaäyräälle en ole kuullut mainittavan, mutta kylläkin pellolta kerätyn juolavehnän juuriston kasaamisesta törmän juureen. Saatuaan olla jonkin vuoden lepovaiheessa kasvupohjainen törmä näyttää saavan jo varsin lujalta näyttävän nurmipeitteen. Sen kestävyys aallokkoa vastaan ei ole kuitenkaan järin hyvä, ellei törmän juureen ole päässyt muodostumaan juuristollaan maata hyvin sitovaa lepikkoa.

Törmän lujittumista onkin yritetty tehostaa leppä- ja pajuistutuksin, joskaan se ei ole ollut kovin suunnitelmallista. Yleensä on istutus tehty siten, että lepän oksista on katkaistu pistokkaita, joita on työnnetty törmän tyven tienoille. Kokemus on osoittanut, etteivät löyhään hiekkaperäiseen rantaäyräaseen työnnetty pistokkaat juurru, minkä vuoksi niiden tulee yltää riittävän syvälle hienojakoisempaan pohjaan. Seuraavassa kuvauksessa on kerrottu eräistä istutustavoista ja niistä tehdyistä havainnoista.

Oulujärvi

- Manamansalon länsirannan valtionmaalla on v. 1910 työnjohtaja Tiensuun toimesta suoritettu törmän istutusta tavanomaisesta poikkeavalla tavalla. Väinö Karjalaisen kertomuksen mukaan törmän juureen kaivettiin niin syvä ojanne, että se läpäisi rantaäyräällä olevan hiekan ja ulottui melko tiiviiseen perusmaahan. Tähän ojanteeseen kaivettiin pitkittäin pajua, joiden päälle pantiin vielä kiviä juurtumisen edistämiseksi. Omana havaintonaan suoritamistaan istutuksista Karjalainen kertoi sen, että ainakin huonohkolle maapohjalle istutettaessa on parempi ottaa myös juuristoa mukaan ja että istutus onnistuu parhaiten, jos se voidaan tehdä aikaisin keväällä.
- Manamansalon Martinlahden etelärannalle on tilastoyhdistelmiin merkitty varsin runsaasti suojattua rantaa. Pääosiltaan tämä on tapahtunut nurmetuksin ja istutuksin. Täsmällistä tietoa näistä töistä ei ole, mutta todennäköinen suojaus on monenkinlaisen toimenpiteen yhteistulos. Törmä on loivennettu ja varmaan myös törmien juurta on voitu jonkin verran kiviaineksella vahvistaa. Venevalkamaan rakennetut lyhyet maalaiturit ovat myös ilmeisesti keränneet sivustoilleen hiekkaa törmän suojaksi. Ranta on sikäli tuulille suojainen, että se on erittäin altista vain koillissuunnalta tulevalta aallokolta.
- Alassalmen etelärannan verraten matalaa peltomaan törmää kertoi Kalle Oulujärvi istutuksin suojatun n. 600 m matkalla, tosin jo järven säännöstelyn alettua. Oksapistokkaat työnnettiin maahan syksyllä, jolloin keväällä oli niissä jo lehtiä. Työ oli onnistunut hyvin.

10.7 RANTASUISTE

Vaikutukseltaan muista suojausmenetelmistä poikkeava ja tiettyissä olosuhteissa eittämättä niistä tehokkaimpia on rantasuisteiden rakentaminen. Rantasuiste on rantaa vastaan kohtisuorassa oleva lyhyehkö vaihtelevista rakennusaineista koottu kiinteä rakennelma, jonka tehtävänä on vangita rantaa pitkin kulkeutuva ajohiekka tyveensä rantaäyrään korotukseksi. Rantasuisteen toiminnalle on edellytyksenä se, että lähistöllä, etenkin hallitsevan tuulen puoleisella sivulla on hiekka- ja hietaperäisiä törmä, joista veteen huuhtoutuu aineksia aallokon vietäväksi. Rantasuisteita on myös kutsuttu johteiksi - paikallisesti juohteiksi. Koska johteella yleisesti tarkoitetaan veteen ulottuvia aitojen jatkoja, olen tässä pitäytynyt uittosanastoon kuuluvaan suiste -nimitykseen, jota rantasuiste rakenteellisesti paremmin vastaa. Myös

suojaseinä -nimeä näytetään käytettävän, mutta se viittaa pikemminkin rannan suuntaiseen suojaseinämään.

Rantasuisteita koskeva seuraava selostus on menetelmän periaatteen valaisemiseksi monisanainen. Siinä kuvattu tapahtumaketju on myös paljon puhuva esimerkki siitä, miten luonnon kourissa elinehtojensa puolesta kamppaileva rantasukas voi kääntää hyväkseen luonnon itsensä tarjoamat keinot, silloin kun omat voimat osoittautuvat riittämättömiksi. Rantasuisteiden vaikutusta selvittää kahden jäljempänä käsitellyn alueen osalta näiden kartoitukseen perustuva piirros 31.

Oulujärvi

- Vuosisadan alussa oli Manamansalon länsirannan valtionmaasta lohkottu eteläisin - laitimmainen - alue Laitila-nimiseksi asutustilaksi. Sen omistajalla Väinö Karjalaisella ei tuolloin ollut tuntumaa siitä, mikä vaara järveltä käsin uhkasi. Asuinrakennuksen hän teki vain n. 60 m päähän rantaviivasta. Todettuaan tulvien jatkuvasti sortavan maata hänen rannastaan Karjalainen pyrki istutuksiin ja kiveyksin vahvistamaan rantatörmää, mutta tuloksetta. Vuoden 1924 tulvan aikana maan vyöryminen oli rajua, - rantaviiva oli siirtynyt jo n. 15 m verran. Varsin vaikuttava oli Karjalaisen kertomus siitä, miten hän yöllä valvoessaan ja kuullessaan törmän kumahdellen lohkeilevan veteen suunnitteli ainoana keinonaan vastakaivannon tekemistä asuinrakennuksen ja rannan väliin. Toimenpiteen tarkoituksena oli vahvistaa kaivannon loiva sisäluiska sellaiseksi, että veden sen aikanaan saavuttaessa, se kohtaisi riittävän lujan varustuksen. Sattuma pelasti hänet kuitenkin tältä hätäratkaisulta. Rannalle kävellessään hän kerran havaitsi rantaan poikittain ajautuneen tukin tuulenpuoleiselle sivulle kasaantuneen tukin korkeudelta hiekkaa. Sama ilmiö oli todettavissa myös rantaan enästetyn veneen kohdalla. Tämä antoi virikkeen rantasuisteiden rakentamiselle. - Mielii tässä vielä kertoa, ettei noita Karjalaisten raskaita huolia keventäneet Kajaanin matkatkaan. Ne tiesivät tuolloin päiväselttään 10 peninkulman pariairoin soutua ja toinen sivu yleensä vielä vastaseen.

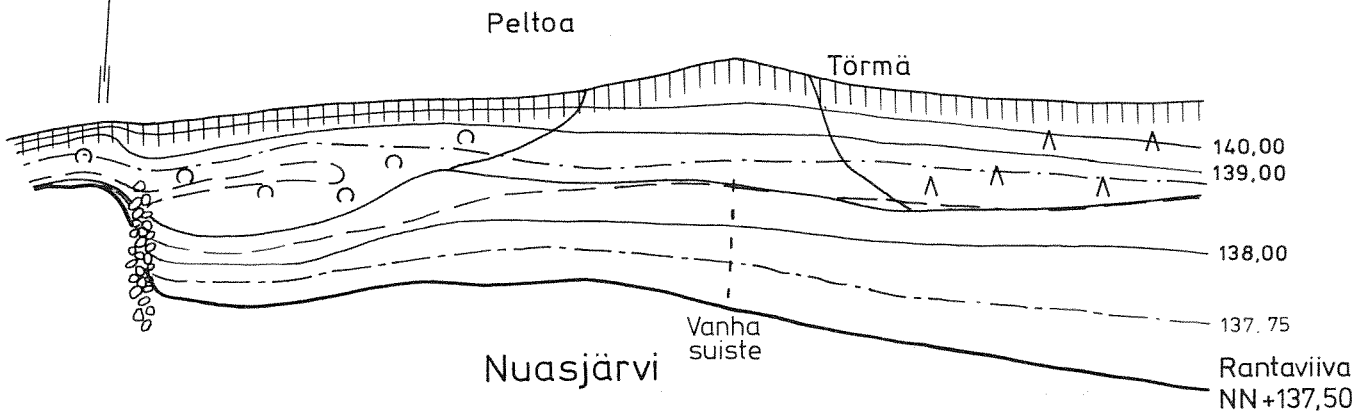
Aluksi Karjalainen rakensi kaksi suistetta, joista pitempi oli lähes 25 m. Myöhemmin rakennettujen lyhyempien suisteiden väli oli likimain 40 - 60 m. Rakennusaineena käytettiin riukuja ja risuja sekä mahdollisimman paljon kiviä painoksi. Rakenne tiivistettiin vielä turpeella, jottei vesi suotautuisi lävitse. Sivut tuettiin vielä keveällä paalutuksella. Koska suisteisiin ladottiin myös ajopuita ja jättepuutakin, eivät suisteet rakenteellisesti tulleet edustaviksi. Suurimmillaan niiden korkeus ja leveys oli

Rantasuihteiden hiekkaa kasaava vaikutus

Rönnynniemi 1:1000

Nuasjärvi

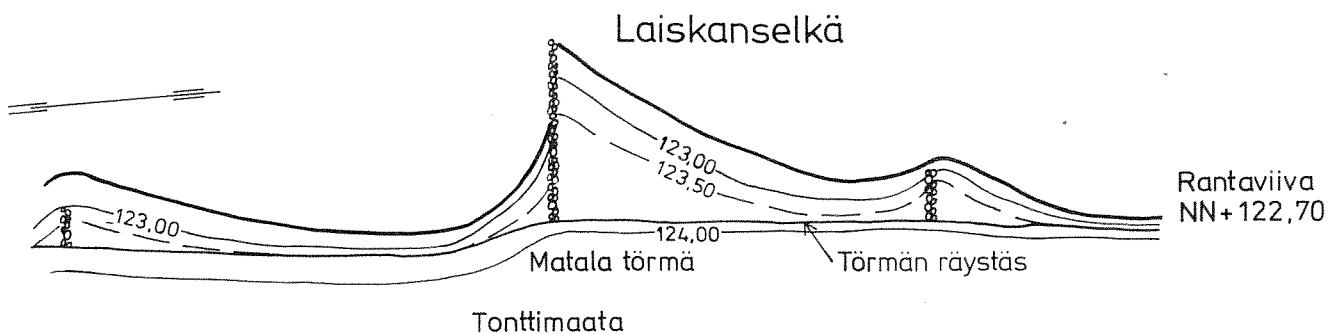
Kivisuihteet rakennettu 1880-luvun lopussa
Mittaus tehty 28.6.1945



Laitila 1:1000

Manamansalon länsiranta, Oulujärvi

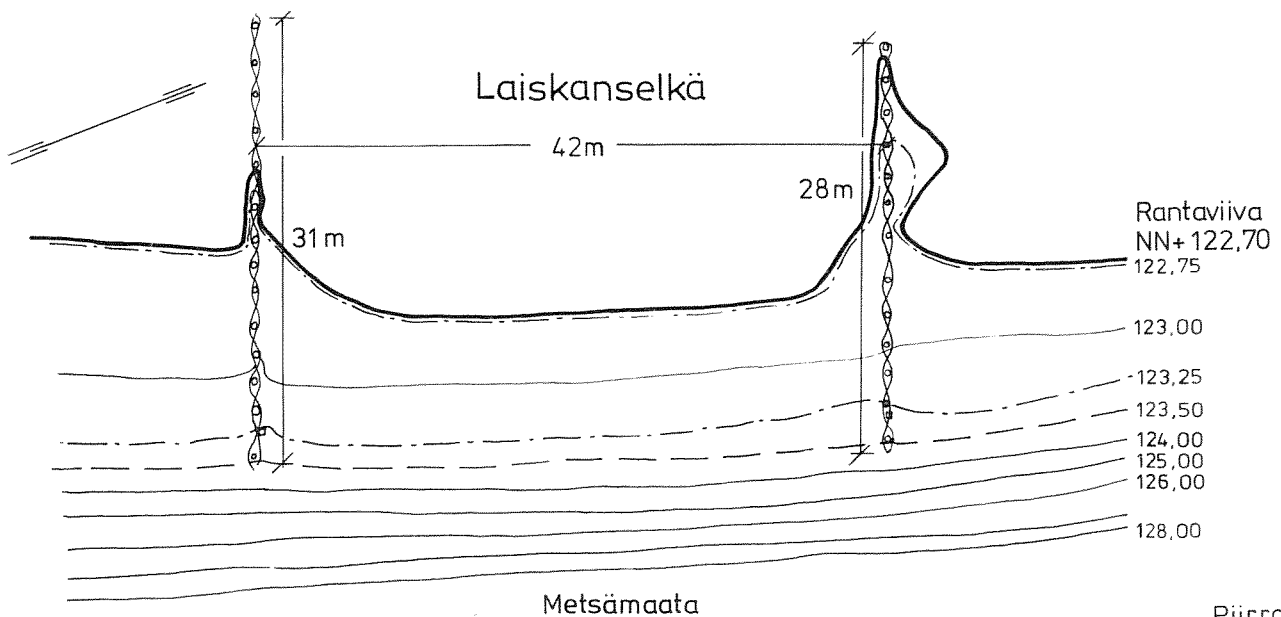
Kivisuihteet rakennettu vuonna 1925
Mittaus tehty 7.7.1945



Kopolanniemi 1:500

Manamansalon länsiranta, Oulujärvi

Puusuisteet valmistuneet koetarkoituksessa 15.7.1948
Mittaus tehty 15.8.1948



metrin verran. Suisteiden vaikutus oli odotettu. Hiekkaa kertyi vedenkorkeudesta ja tuulesta riippuen jatkuvasti vyöryrannan puoleiselle pohjoiselle suisteen sivustalle yltäen suisteen tyvessä lähes sen korkeudelle. Rantaäyräaseen muodostui täten kaarevia poukamia (ks. piirros 31). Koska suisteet saivat tukea kasautuneesta hiekasta eivät ne enää olleet kovinkaan arkoja jäänpaineille. Ne vaativat kuitenkin kunnossapitoa etenkin korkeiden tulvien jäljiltä, jottei kasautunut hiekka pääsisi huuhtoutumaan pois ja jatkamaan keskeytettyä kulkuaan. Ranta-suisteet poistivat täysin Laitilan tilan pihapiiriä uhanneen ongelman.

- Rantasuisteet rakennettiin myös Laitilaa vähän pohjoisempaan olevien Pihlajapuron- ja Rantalan -nimisten tilojen rantaan. Rakenteeltaan ne olivat edellisten kaltaiset. Kookkaimmaksi rakennettua suistetta käytettiin venelaiturina. Vuoden 1943 tulva näytti särkeneen suisteita eikä niitä oltu heti entiselleen kunnostettu.
- Manamansalon Martinlahden rannalle oli Jaakko Leinosen vernerantaan rakennettu kiviheitokkeesta ja maasta laituri. Se oli toiminut samalla hyvänä hiekan kerääjänä rantaäyräaseen, luoden hyvän valkama-alueen ja antaen hyvää tukea korkeahkolle, jo hyvin lepittyneelle törmälle. Samantapaista laiturin vaikutusta oli myös muualla havaittavissa.
- Paltaniemen rantaan oli v. 1903 katovuoden jälkeen aputyönä rakennettu pitkä laivalaituri. Käsitykseni on, että tämä rakenne on vuosien mittaan vähitellen kasvattanut ajohiekalla purkutasoa ja rantaäyrästä ja täten vaikuttanut lähistöllä olevan törmän vyörymiseen hillitsevästi.

Nuasjärvi

Rönnynniemen suisteiden rakentamiseen Aatami Rönty ryhtyi Matti Rönnyn kertoman mukaan 1880-luvun lopulla tukeista tehdyn seinämän hajottua. Hän ilmeisesti havaitsi, miten vyöryrannoilta ajautunut hiekka tarttui rannalla oleviin esteisiin. Risujen päälle kasautuvista kivistä rakennetut juohteet suunnattiin rannasta ulospäin. Ne olivat n. 20 m pituiset ja metrin leveyiset. Jäät pyrkivät rikomaan juohteita, joten niitä jouduttiin korjailemaan. Viimeksi näin tehtiin v. 1935. Matti Rönty totesi vielä, että juohteet olivat hyvin täyttäneet tehtävänsä, sillä Rönnynniemen peltomaan kohdalla oleva pohjukka oli täysin paljaana silloin, kun rantaa ruvettiin suojaamaan (ks. piirros 31). - Todettakoon, että Nuasjärvellä oli jo tuolloin törmien suojaustarvetta, vaikka järveä oli jonkin verran laskettu vuosina 1867 - 1868 ja 1870.

- Rimpilänniemen itäiselle sivulle, jonne hiekkaa on hyvin riittänyt Rönnynniemen ohitettuaan, on myös rakennettu lyhyitä kivisuisteita rannan suojaksi. Tähän pohjukkaan hiekkaa kertyy muutoinkin idänpuoleiselta vyöryrannalta, muodostaen rantaa reunustavia kaarteita ja särkkiä.

- Kuluntalahdella on myös n. 200 m pituinen rantatörmä, ainakin osittain kypsynyt - kylläkin sattuman kautta - ajohiekan kasautumisen vuoksi rantaäyräälle. Vuonna 1927 oli törmän suojaksi jo ajettu kiviä ja kantoja, mutta kaksi vuotta myöhemmin tuotiin erään asuntotontin rantaan laituriksi vanha proomu. Tämä rannan suuntainen proomu aiheutti sen, että rantaäyrääseen kasautui hiekkaa, joka törmää suojaten loi mahdollisuudet sen lepittymiselle.

Rantasuisteista saaduista hyvistä kokemuksista huolimatta on suisteita rakennettu ihmeteltävän vähän. Oulujärvellä ja Sotkamon järvellä olisi niiden toiminnalle otollisia suojauskohteita ollut runsaamminkin. Höytiäisellä olen v. 1946 tavannut kahdessakin kohtaa kerrotunlaisia suisteita käytetyn rannan vahvistukseen. Toisessa tapauksessa suisteiden tarkoituksena on ollut myös kasvattaa rantatasannetta.

Aikaisemmasta teknisestä kirjallisuudesta ei ole silmiini osunut - tosin erityisemmin etsimättä - mainintoja rantasuisteen tapaisesta rakenteesta. Eräässä selvityksessä, mikä koski meren rantojen suojauksessa käytettyä menetelmää, on kylläkin esitetty rantasuistetta myös toimintaperiaatteeltaan vastaava, suojaseinäksi nimitettu rakenne (Kovanen 1975). Tämä kohta on lainaus Yhdysvalloissa v. 1973 ilmestyneestä julkaisusta. Suojaseinän, joka on rantaa vasten lähes kohtisuoraksi eri rakennusaineista tehty kapea rakenne, tarkoituksena mainitaan rannassa kulkevan kiviaineksen pysäyttäminen ja rantaeroosion vähentäminen. Kovanen mainitsee suojaseinän ehkä eniten käytetyksi rakenteeksi todeten myös, että sen toimintaa ei täysin hallita. Useimmissa tapauksissa suojaseinästä on ollut hyötyä, mutta monesti myös haitallista vaikutusta. Käsitykseni on, etteivät viimeksimainitussa tapauksessa olosuhteet ole olleet suotuisat niiden toiminnalle. Suojaseinän käytön edellytykset tulisikin aina etukäteen selvittää. - Merien hiekkarannikoita esittäneissä filmeissä monesti nähtävät, rannasta ulospäin suuntautuvat seinämät ja niiden merkityksen näen nykyään yllä selostetun pohjalta uudessa valossa.

10.8 MUUT MENETELMAT

Rantaäyrään merkityksen vyörytörmien suojaus ovat rannan asukkaat hyvinkin oivaltaneet. Törmän juurelle onkin äyrään vahvistamiseksi kumottu pelloilta raivattuja kantoja, ojamäitä ja kiviä sekä myöskin kiinteää jätettä. Tämän tapaisella rantaäyrään täytöllä on aina aallokon voimaa vaimentava vaikutus. Sanotunlainen törmän alus saa tällöin myös kaato- paikan luonteen, eikä huonosti hoidettuna täytä maisemallisia vaatimuksia. Olen melko vakuutettu siitä, että mikäli aikoinaan tiloilla olisi ollut käytettävissään nykyaikaiset, kauhoilla ja puskulevyillä varustetut traktorit, maata olisi siirretty tai työnnetty purkutasolta tai kuljetettu muualtakin rantaäyrään korotukseksi. Tiivisperäinen maa olisi äyräällä nopeasti kasvittunut.

Rantaäyrään korottamisen törmärantojen suojauksessa toi Oulujärven säännöstelyn hakija esille lupakäsittelyn yhteydessä. Tämä menetelmä on mainittu myös edellä mainitussa esityksessä, missä todetaan sitä käytetyn menestyksellä mm. Yhdysvalloissa. Rantaäyrään korottamista tapahtui jo Oulujärvelläkin - tosin sivutuotteena - kuten seuraavasta ilmenee. Alla olevaan kuvaukseen liitän myös selostuksena aikaisemmin mainitun vastakaivannon tekemisestä, joskaan se ei tässä selostettavien töiden tapaan ehtinyt toteuttamisasteelle.

Oulujärvi

- Säännöstelyn vaatimana toimenpiteenä laivaliikenteen vuoksi oli Koutaniemen ja Paltaniemen välistä Paltasalmea ruopattava 160 m leveydeltä. Poistettava maamäärä, mikä oli pääosin peräisin Koutaniemen rantatörmästä, oli kaikkiaan n. 168 000 m³. Työn suoritti tie- ja vesirakennuslaitos v. 1950 tietämissä. Kaivu tehtiin imuruoppaajalla ja maa juoksutettiin putkella vanhan hautausmaan ja Leppiniemen väliselle n. 500 m pituiselle rantatasanteelle peltotörmän eteen. Tällä kohtaa törmä oli 3-4 m korkuista ja se oli erittäin altista vyörymiselle. Ruoppausmaa oli yleensä hyvin hiesupitoista hietamaata. Törmä sai välittömästi todella kestävän suojan. Vuoden 1963 ilmakuvaukseen nojautuvassa peruskartassa ei tällä kohtaa ole enää törmää kuvavaa jyrkänteen merkintää ja pellon edustalla on jo lehti- puuston merkintä.

- Rannan vahvistukseksi tarkoitetun vastakaivannon Väinö Karjalainen kaavaili tekevänsä n. 10 m etäisyydelle rantatörmästä. Kaivannon etuluiska olisi voinut olla jyrkähkö, mutta maanpuoleinen luiska sen sijaan loiva. Kaltevuus olisi ehkä n. 1:2. Sen pohjan piti ulottua järven tulvakorkeuksien alapuolelle. Takaluiskan hän olisi lannoittanut hyvin ja istuttanut siihen leppää ja pajua sekä mahdollisuuksien mukaan vahvistanut luiskaa vielä kiveyksellä. Tämä työ lapiokaivuna tehtynä ja arvokkaan asuinrakennuksen ja rannan välillä olevan tonttimaan menetys olisi tietänyt huomattavaa uhrausta.

Vastakaivannon periaatteella rakennettu rannan suojaustyö soveltuu kustannussyistä lähinnä vain matalahkoon rantamaahan. Tätä kirjoittaessa tulee mieleen menetelmän soveltuvuus varsinkin turveperäisten luhtamaiden rantaeroosion katkaisemisessa. Tällöin päästäisiin eroon useasti varsin polveilevasta rantaviivasta ja kustannuksetkaan eivät nousisi perin suuriksi konetyönä tehtynä, ottaen huomioon vielä sen, että kaivumaa voitaisiin käyttää eri tavoin hyödyksi. - Uusien padotusaltaiden löyhäperäisiä rinteitä on taas puolestaan monesti aihetta ennakolta loiventaa ja vahvistaa niin, että ne täten kypsytettynä kykenevät aikanaan kestämään veden kulutusta.

11 T Ö R M I E N V Y Ö R Y M I S N O P E U S

Vyörymisilmiötä koskevissa kuvauksissa todetaan melkein aina vyörymistä tapahtuneen "kautta aikojen". Kirjaimellisesti ottaen tämä pitää varmaan paikkansa, mutta millä tavoin tätä on Oulujärvellä tapahtunut vuosituhansien aikana järven kurouduttua merestä, jää lähemmin selvittämättä. Tuolla kansanomaisella ajan ilmaisulla pyritään kuitenkin yleensä esiintuomaan se, että tämä ilmiö on tunnettu jo niistä ajoista lähtien, jolta on perimätietoa sukupolvesta toiseen kulkeutunut. Takarajaksi tulee täällöin 1500-luvun keskiväli, jolloin Kustaa Vaasan hallituskaudella Oulujärven seutua ryhdyttiin asuttamaan. Sen pitemmälle ei tässäkään yhteydessä ajatuksia uloteta.

Rannan vyörymisnopeudella tarkoitetaan seuraavassa tarkastelussa yleensä törmien keskimääräistä siirtymää maalle päin pitkäkhön ajan kuluessa. Vyöryminenhan on jaksottaista rajoittuen lähinnä tulvakausiin. Vastausta tähän kysymykseen on saatavissa seutukohtaisesta kirjallisuuskuvauksista sekä ranta-asukkaiden omista havainnoista ja muistitiedoista. Viimeksi mainittua tietoa oli 1940-luvulla vielä melkoisestikin tallennettavissa. Myös eri aikoihin suoritettuihin kartoituksiin kohdistuva vertailu antaa valaistusta kysymykseen. Ennen paneutumista noihin tietolähteisiin on aiheutta kosketella erityislaatuista luonnontapahtumaa, jolla on ollut tietty vaikutus Oulujärven rantojen vyörymiseen.

11.1 HIISJÄRVEN LASKUN VAIKUTUS

Kesällä 1939 tarkastellessani Oulujärven Vuoreslahdessa olevaa Saunasaaren vyörytörmää tokaisi saarella olevan tilan emäntä Katri Ikonen ikäänkuin itsestään selvänä asiana: "Silloinhan tämä rantatörmien vieräminen alkoi, kun se Hiisjärvi laski." Lausahdus oli perin hämmäntävä,

sillä oli vaikea käsittää, että jonkin ylävesistön järven laskeminen olisi voinut merkittävämmiin vaikuttaa Oulujärven vedenkorkeuteen. Tiedusteluni johdosta Katri Ikonen kertoi, että Hiisjärvi on Ristijärven kunnassa ja laskeminen oli tapahtunut 1700-luvun puolivälissä - laskemisvuosi oli hakattuna Päsämän talon tallin päätyyn. Laskun suuruus oli kertoman mukaan ollut noin 9 syltä. Kaiken tuon mielenkiintoisen ohella jäi kysymättä, tarkoittiko kertoja lausumallaan vain Saunasaaren rantaa vai Vuoreslahden tai ehkäpä Oulujärven törmä laajemmaltakin.

Hiisjärven (peruskartalla oleva nimitys) laskusta tapasin tarinan Samuli Paulaharjun teoksen "Kainuun mailta" sen "Tietäjiä ja taikuutta" koskevasta osasta (1922). Asian kiinnostavuuden vuoksi tein myöhäiskesän päivän matkan Hiisjärvelle. Täältä löytyi Päsämän talo ja sen tallin päädyssä vuosiluku 1761. Hiisjärven pohjoisrannalla oleva laaja puhdas-hietainen vesijättöalue ja uuden lasku-uoman varrella oleva mahtava vyörytörmä - korkein näkemistäni - viittasivat huomattavaan luonnonmullistukseen. Erikoista oli vielä se, että laskun yhteydessä oli myös alapuolinen Iso-Pyhäntä niminen järvi ryöstäytynyt, sen alentumisen ollessa arvioni mukaan n. 7 m. Sotavuodet kariuttivat suunnitelmat tarkemmasta vaaaituksesta. Kun asiasta sentään valokuvineen oli kertynyt jonkin verran tietoa, laadin v. 1943 puhdetöinä ammattikuntamme vuosikirjaan kirjoitelman sanotusta järvenlaskusta (Saukko 1943). Tällöin laskin purkautuneen vesimäärän vastanneen n. 0,3 m vesikerrosta Oulujärvessä. Puuttumatta tässä lähemmin Hiisjärven laskutapahtumiin, totean vain että peruskartalta löytyvät nimet Vanhajoki, Hietajoki, Uudenjoen-törmä yms. puhuvat silloisesta vesistömuutoksesta. Vaaaituskonein en ole sittemmin Hiisjärvellä käynyt, turistina kyläkin. Vesijättömaalle pystytetyssä muistokivessä on laskua koskevia numerotietoja. Hiisjärven seutu on eräs Kainuun mielenkiintoisimmista matkailukohteista, josta saatua vaikutelmaa avartaa tietämys järven laskuvaiheista.

Kainuun tapahtumia koskevista kuvauksista (Mustonen 1885) on monessa yhteydessä todettu vuoden 1761 olleen tulva-vuosi ja edeltäneen talven runsasluminen. Vuodentuloja koskevista tiedoista kerrotaan mm.: "V. 1760 satoi loka-marraskuussa runsaasti lunta sulaan maahan, joka 1761 vuoden kevättalvella kasvoi kolmen kyynärän vahvuiseksi. Ru-kiin oraat pilaantuivat pelloilla ja halmeilla veden ja hiirien käsissä." Olen lukenut myös jostain, että tuona talvena lunta oli paikoin aidanseipäiden korkeudelta. Suu-resta tulvavuodesta kertoo myös Hiisjärven tapaus; korkea vesi ilmeisestikin houkutteli Eskolan ukon tai jonkun muun puuhamiehen avaamaan Hiisjärvelle uuden lasku-uoman. Lähtemällä noiden tietojen pohjalta siitä, että lumenvahvuus on tuolloin ollut n. 1,8 m ja otaksumalla lumen vesi-arvoksi n. 20 %, joudutaan 300-400 mm suuruusluokkaa olevaan maksimivesiarvoon.

Vesihallituksen hydrologian toimistossa on fil.tri Esko Kuusisto laatinut pyynnöstäni arviolaskelman Oulujärven valuma-alueen ($F = 19\,890\text{ km}^2$ ja $L = 12,7\%$) vesiarvoista ja päätynyt tulokseen, että kerran 100:ssa vuodessa toistuva maksimivesiarvo on 272 mm ja kerran 1000:ssa vuodessa 334 mm. Havaintosarjan (1961-1983) lyhyiden vuoksi hän pitää viimeksi mainittua arvoa tarkkuudeltaan vain suuntaa antavana. Näistä maksimivesiarvoista lähtien hän on pääty-nyt tietyn regressiomallin mukaan $3\,616\text{ Mm}^3$ ja $4\,311\text{ Mm}^3$ suuruisiin huhti-kesäkuun nettotulovirtaamiin. Tällä tar-koitetaan tulovirtaamaa, johon on lisätty allassadannan ja allashaihduksen erotus. Kuusisto toteaa kuitenkin, että on syytä otaksua valunnan osuuden sadannan ja vesiarvon summasta kasvavan hyvin märkänä kesänä, minkä perusteella, hän arvioi, että kerran 1000:ssa vuodessa toistuva Oulu-järven sanotun kevätkauden nettotulovirtaama olisi ainakin $4\,800\text{ Mm}^3$.

Pitäen lähtökohtana tuota suurinta arvioitua nettotulovir-taamaa, jota vastasi 334 mm vesiarvo, olen jatkanut las-

kelmaa määrittämällä Oulujärven pinta-alakäyrän ja purkauskäyrän antamiin arvoihin nojautuvan varastoitumislaskelman avulla vastaavan järven vedenkorkeuden nousun. Tätä varten olen arvioinut nettotulovirtaaman jakautumisen kahden vaihtoehdon mukaan, joista I:ssä sanottu virtaama on jaettu 12:lle 5 vrk:n pituiselle jaksolle eli 60 vrk:n ajalle ja II:ssa vastaavasti 10:lle jaksolle. Jakautuma ei kuitenkaan ole tasainen, vaan seuraamalla Oulujärven vedennousua suurimpina tulvavuosina, olen otaksunut tulovirtaamaan olleen suurimmillaan jakson puolivälissä ja pienentyvän tästä kumpaankin suuntaan. Lähtötilanteeksi olen valinnut toukokuun 1 päivän ja järven keskialivettä likimain vastaavan korkeuden 122,10. Hiisjärven laskun vaikutuksen olen ottanut huomioon siten, että aikoinaan arvioimani n. 260 Mm^3 suuruisen tulovirtaaman olen otaksunut sattuvan viidennen jakson tienoilla. Todellisuudessa purkautumisaika lienee ollut tuota jaksoa pitempi. Lopputulokseen ei tällä ole sanottavaa merkitystä. Laskelman perusteet ja tulokset käyvät ilmi piirroksista 32, mihin on myös vertailun vuoksi merkitty tämän vuosisadan korkeimpia tulvia kuvaavat vedenkorkeuskäyrät.

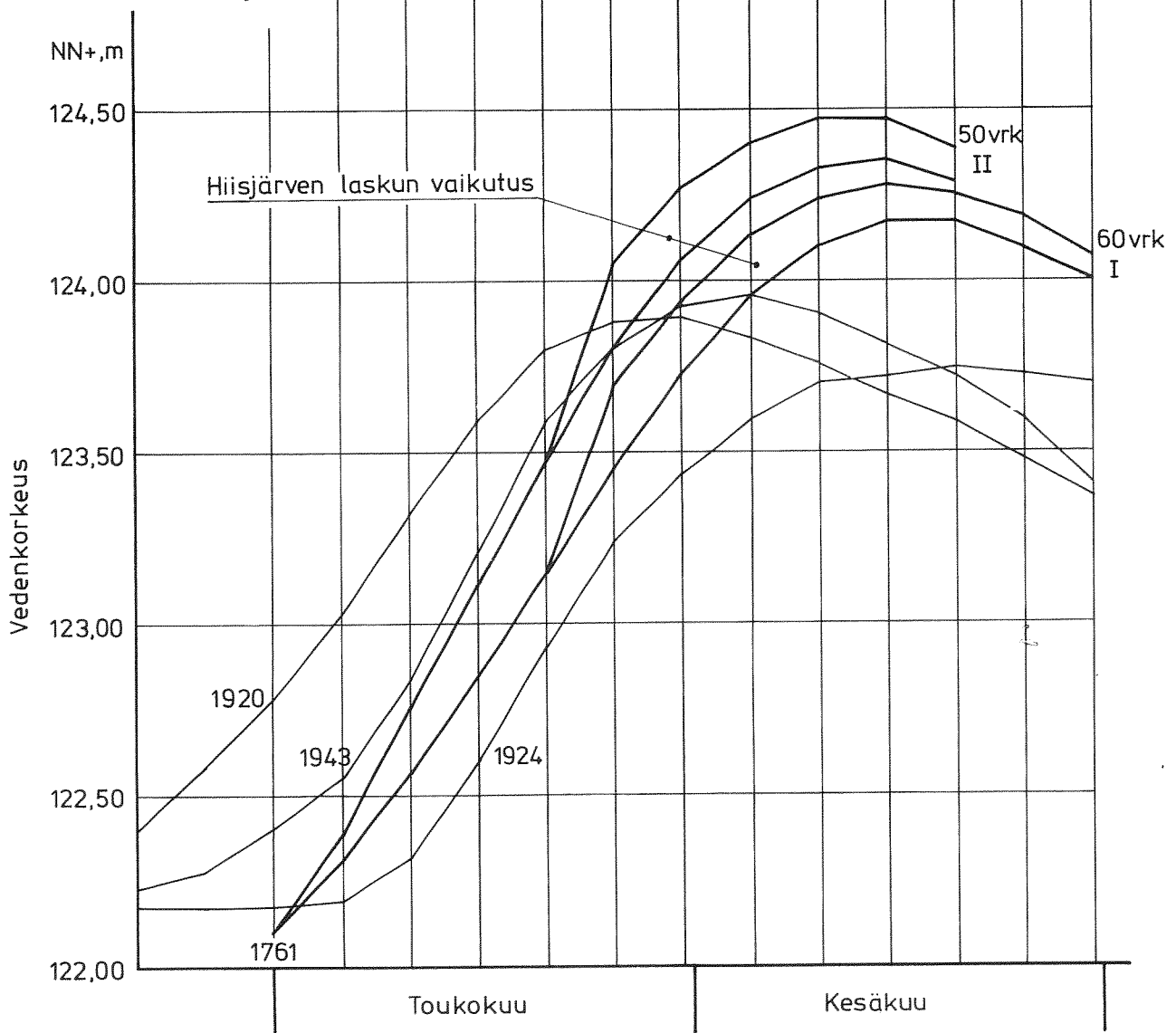
Piirroksista on luettavissa se, että vaihtoehdossa II vedenkorkeus on noussut lähes korkeudelle 122,50, eli n. 0,5 m v. 1943 tulvahuippua korkeammalle. Tästä on Hiisjärven laskun vaikutusta 12 cm vedennousun ollessa purkautumisvaiheessa n. 0,25 m. Hiisjärven vaikutusta lisää erityisesti se, että se on lisännyt tulvahuipun kestävyyttä n. 25 vrk:lla. Vaihtoehdon I mukainen vastaava laskelma antaa n. 0,2 m alemman tulvakorkeuden. Sulamiskauden lyhenemisellä on varsin tuntuva vaikutus tulvakorkeuteen, koska se rajoittaa menovirtauskautta tulovirtaaman pysyessä määrältään samana. Jos sulamiskausi olisi ollut vain 40 vrk, laskelmissa olisi päädytty vielä korkeampaan tulvahuippuun.

Oulujärven tulvakorkeus vuonna 1761 arviolaskelman mukaan

Huhti - kesäkuun nettotulovirtaama (1/1000) = 4800 Mm³ (Esko Kuusisto)
Lumen maksimiviesiarvo 334 mm

Nettotulovirtaaman otaksuttu jakautuminen :

													Mm ³
I :	240	310	380	440	490	540	540	490	440	380	310	240	= 4800
II :	340	425	495	550	590	590	550	495	425	340	-	-	= 4800
Hiisjärvi :					+ 260								= 5060



Esitetty arviolaskelma osoittaa, että suurella todennäköisyydellä Oulujärven vesi oli v. 1761 noussut poikkeuksellisen korkealle ja järvi osoittanut olevansa nimensä - tulvajärvi - mittainen. Tuona vuonna on törmien vyöryminen ollut varmaankin valtaisaa ja tulva on saattanut avata paljonkin uusia vyöryjä. Ainakin paikalliselta tasolta katsottuna on tämän kohdan alussa kerrotulla perimätiedolla ollut ilmeisesti paljonkin katetta.

11.2 KIRJALLISUUS- JA MUISTITIETO

Lähdettäessä hakemaan sellaisia tietolähteitä, joiden perusteella voitaisiin tehdä päätelmiä törmien vyörymisnopeudesta, eli siis törmän siirtymisestä pitkähkön ajan kuluessa, on parhainta lähteä Paltaniemestä, joka on ollut Oulujärven asutuinta aluetta ja näin ollen täältä on myös eniten kirjattua asiatietoa.

- "Suomenmaa"-nimisen teoksen Oulun läänin koskevassa osassa (1929) on Paltamon kunnan kohdalla myös rannan vyörymiseen liittyvää selvitystä. Kun Oulujärven seurakunnan ensimmäinen, Manamansalolle v. 1559 rakennettu kirkko oli vainoretkeläisten toimesta parikymmentä vuotta myöhemmin poltettu, rakennettiin Paltaniemelle seurakuntaa varten 1600-luvun alussa kirkkotupa ja sen viereen uusi suuri kirkko. Tämän tuhosi v. 1626 sattunut maanjäristys ja uusi, järjestyksessä kolmas kirkko rakennettiin v. 1665. Ison vihan aikana tämäkin poltettiin v. 1717. Vuonna 1725 aloitettiin uuden kirkon rakentaminen entiselle sijalleen Kirkkoniemeen, mutta tällöin havaittiinkin, että se tulisi liian lähelle järveä, minkä vuoksi uusi kirkko rakennettiin runsas 2 km itäänpäin n. 200 m etäisyydelle rantatörmästä. Entisellä kirkonpaikalla on nykyään lähellä törmää muistoristi, missä mainitaan Paltamon seurakunnan toisen ja kolmannen kirkon ja hautausmaan sijainneen tällä paikalla vuosina 1599-1717.

Mainittujen aikatietojen perusteella voidaan päätellä, ettei Paltaniemelle kirkkoa rakennettaessa ja hautausmaata perustettaessa rannan vyörymisestä johtuvaa vaaraa vielä arvattu ottaa huomioon. Kuitenkin runsaan 100 vuotta myöhemmin oli vesi jo näyttänyt mahtinsa, mikä johti kirkon rakennuspaikan siirtoon. Hautausmaa, jonka käyttö myös tuolloin ilmeisesti loppui, jäi odottamaan kohtaloaan - hautojensa jatkuvan sortumisen veteen.

Kun tämä tapahtui jo ennen Hiisijärven laskun aikaista korkeaa tulvavuotta, osoittaa se sitä, että rannan vyöryminen todettiin tuolloin jo varsin suureksi ja jolloin ei siis saanut rakentaa "liian lähelle rantaa". Uuden kirkon rakentamisesta vain n. 200 m etäisyydelle törmästä voitaneen päätellä se, että tällä kohtaa vyöryminen ei ollut niin voimakasta kuin Kirkkoniemessä, niin kuin asia tosiaan näyttään olleen. Paltamon seurakunnan asiakirjat voisivat varmaan kertoa lisää kirkon ja hautausmaan vaiheista.

- Paltamoa koskevassa kuvauksessa (Mustonen 1885) mainitaan Kirkkoniemien pappilan alangon edessä olevan suuren kiven olleen ennen rantakodan seinän alla. Vuodelta 1552 olevissa muistiinpanoissa mainitaan Paltalampi, joka ilmeisesti on ollut myöhemmin rakennetun pappilan edessä olevassa alangossa.
- Eräässä Paltaniemeä koskevassa matkailukuvauksessa (Putala 1950) kerrotaan haastatellun jo iäkästä ranta-asukasta, joka kertoi rannan siirtyneen hänen muistinsa aikana viidenkymmenen - mahdollisesti sadankin - metrin verran ja että etäällä vedessä näkyvä laivamerkkinä palveleva valkea kivi on ollut aikoinaan pappilan keittion nurkkakivenä. - Sanottu kivi, peruskartalla merkittynä nimellä Rovastinkivi, sijaitsee 280 m etäisyydellä lähimmästä törmästä. Kun kiven nimikin viittaa pappilaan pitänee kerrottu muistitieto paikkansa ja koska vesi tai jääkään ei voine tuollaista kivenjätkälettä paljoakaan siirrellä, on törmän vyörymisnopeus n. 300:ksi vuodeksi arvioitavana kautena ollut likipitäen metri vuotta kohden.
- Tarujen piiriin on luettava se perimätieto, jonka mukaan Paltaniemen Leppiniemen ja Koutaniemen välinen Paltasalmi on aikoinaan ollut niin kapea, että palavan kekäleen saattoi heittää salmen yli toisen talon kodan eteen tulen virikkeeksi. Noin kapea tuo salmi, nykyisellään keskiveden aikana lähes kilometri, ei ole koskaan voinut olla, sillä eivät Sotkamon reitin vedet - enimmillään 400 m³/s -, ole kovin kapeasta salmesta mahtuneet juoksemaan. Aliveden ja alivirtaaman aikana purkutasojen paljastuessa salmi kapenee kuitenkin melkoisesti. Sen tuo taru kuitenkin ilmaisee, että vyöryminen on näillä rannoilla ollut voimakasta, onhan Koutaniemen puolella yhteiseksi maanottopaikaksi erotettu palsta peruskartalla purkutason alueella.
- Paltaniemen puoleisen peltotörmän vyörymisestä on olemassa myös numerollista tietoa. Iivari Leiviskä mainitsee (1913) ins. A. Fabriciuksen todenneen karttavertailuin, että Kirkkoniemien ja Leppiniemen välinen törmäranta on vuodesta 1844 vuoteen 1912 vyörynyt n. 50 m syvyydeltä. Keskimääräiseksi vyörymisnopeudeksi tulee tällöin n. 0,7 m vuodessa.

- Koutaniemen törmän vyörymisestä kertoi Ilkon tilan isäntä Jaakko Piirainen Toukansaaren olleen aikoinaan Koutaniemen kanssa yhteydessä ja välissä oli vielä Toukanlampi. Tästä saa selvityksensä peruskartalle saaren ja niemen väliseen salmeen merkitty Toukanlampi. Piirainen totesi vielä, että hänen tilaansa kuuluva Pyykkölänlammen ja Oulujärven välinen peltokannas on hänen tultua tilalleen 17 vuotta sitten kaventunut 35 m, mikä vuotta kohden on n. 2 m. Vyörymistä on edistänyt se, että ranta on altis kaikille muille paitsi etelänpuoleisille tuulille. Rantaäyrääseen oli jo kasvanut viitaikkoa veden ollessa 1940-luvun alkuvuosina alhaalla, mutta v. 1943 tulva oli sen tuhonnut.
- Koutaniemen länsipäässä lähellä Juuttaanniemeä oli postimestari Koiviston omistaman Koivuranta-nimisen tilan rantatörmä vahvistusyrityksistä huolimatta siirtynyt sisäänpäin n. 20 m 20 vuoden aikana.
- Sivolanniemessä, jonka nimisellä tilalla Jaakko Leander kertoi asuneensa 25 vuotta, oli muistitiedon mukaan rantaa vyörynyt 200 vuoden aikana 200 m verran. Ennen v. 1943 tulvaa törmä oli osittain nurmettunut.
- Vuoreslahden edustalla Ärjänselälle avautuva ranta on myös ollut erittäin vyöryherkkää. Selkäniemen eteläpuoleinen lahdeke on Reino Nissisen kertoman mukaan syntynyt rannan vyörymisen johdosta, törmän siirtymisen ollessa miespolven aikana n. 100 m. Aikaisemmin on Kannaksen tilalta voitu kävellä suoraan Selkäniemeen, mutta törmän vöyrymisen takia on jouduttu tietä siirtämään. Hän muisteli, että 1920-luvulla eräänä vuonna rantaa olisi vyörynyt suunnilleen 30 m syvyydeltä. Edelleen hän totesi, että v. 1935 syksyllä tapahtui Ärjänsaassa huomattavaa vyörymistä, jonka jäljeltä törmät jäivät talveksi hyvin jyrkiksi. - Peruskartalla Vuoreslahden vesialueella laajalle alueelle merkityt kivet puhuvat myös voimakkaan vyörytapahtuman puolesta.
- Vuolijoen suulla olevan Joensuun tilan isäntä Juho Hurskainen oli todennut vähälle suojaukselle jääneen peltolohkon vyöryneen 50 vuoden aikana n. 30 m.
- Allassalmen ja Valjuksen välinen lahti on Kalle Alassalmen muistin mukaan syöpynyt 70 - 75 vuoden ainana n. 150 m.
- Manamansalon Martinlahden rannan vyörymisestä kirjoittaa Mustonen (1985): "Manamansalon Heikan alta sanotaan vyöryneen 20 sylvä nykyisten ihmisten muistin aikana, tervahaudan sija oli hyvänä merkkinä, sekin on nyt mennyt. On koetettu estellä pajuilla ja muilla, mutta aalto ne 3-4 vuodessa turmelee".

- Säräisniemellä Paavo Leinonen kertoi, että isojaosta lähtien oli ranta siirtynyt vuoteen 1919 mennessä 60 m, jolloin tilan jakotoimitus tehtiin. - Tuoksi ajaksi tulee runsas 70 vuotta.

Edellä kerrotut havainnot ja muistinvaraiset tiedot eivät luonnollisestikaan ole kaikilta osin täysin paikkansa pitäviä. Tämän kaltaisessa asiassa tulevat mitat helposti liian suuriksi arvioituiksi. Kuitenkin ne antavat riittävää perustetta otaksua, että tavallisesti kuultu arvio vyörymisen etenemisestä Oulujärvellä - metri vuodessa - pitää yleisesti paikkansa siellä, missä vyöryminen on verraten voimakasta. Monin kohdin vyörymisnopeus voi kylläkin olla kaksinkertainen. Tässä esitetyn aineiston nojalla voitaneen tehdä se johtopäätös, että kaikki vyörylle alttiit rannat huomioonottaen keskimääräinen vyörymisnopeus on 0,5 m tienoilla vuotta kohden. Koska vyöryä tapahtuu pääasiallisesti vain korkeiden tulvien aikana, merkitsee se sitä, että vyöryvaiheessa nuo arvot moninkertaistuvat. Edellä muisteltiin jopa 30 metrin suuruista rannansiirtymää vuodessa. Vuoden 1910 tulvan aikana on Iivari Leiviskä todennut kokonaisten peltosarkojen suistuneen alas. Itsekin olen havainnut v. 1943 ja 1949 tulvien jäljeltä 8 metrin syvyisiä törmän siirtymiä. Miten suurena tämä tuho rannan-asukasta kulloinkin kohtaa, riippuu vallitsevista vedenkorkeus- ja tuulisuhteista sekä alueen maalajista. Yllä kerätty aineisto vahvistaa jo aikaisemmin esiteltyä toteamusta, että vyöryminen on hienojakoisessa maaperässä voimakkaampaa kuin hiekkaisessa, jossa oma vyöryaines pystyy paremmin vyöryä hillitsemään.

Sotkamon järven puolelta ei vastaavanlaista selvitystä ole käytettävissä. Täällä on vyöryminen kuitenkin selvästi hitaampaa kuin Oulujärven rannalla. Tämä johtuu varsinkin Sapsojärven puolella pienehköistä ulapoista, mutta ilmeisesti myös siitä, että Nuasjärveä on laskettu 1860-luvun lopulla, mikä hanke on alentanut myös Sapsojärven ja Kiimasjärven vedekorkeuksia.

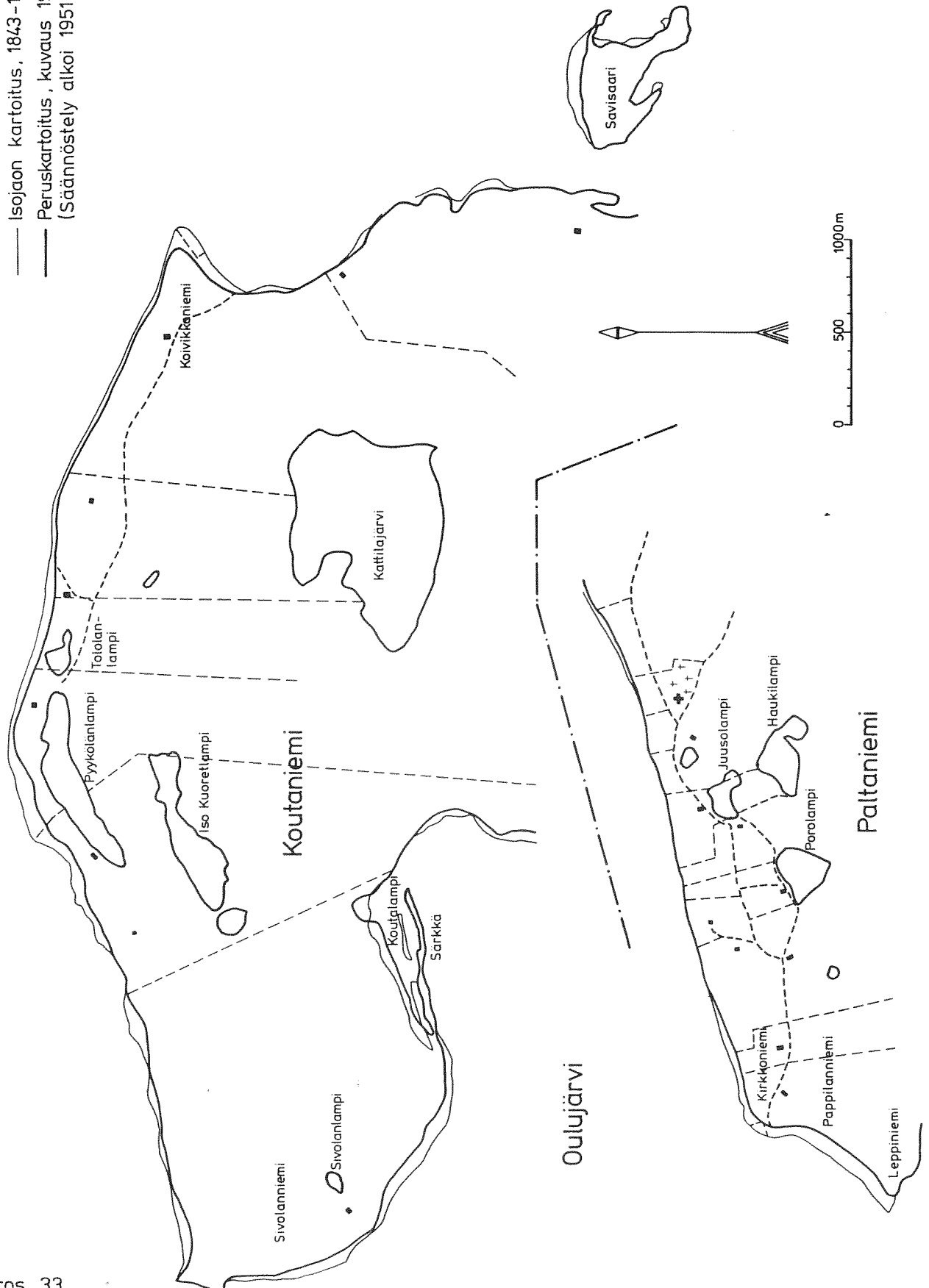
11.3 KARTTAVERTAILU

Niin kauaksi ajaksi taaksepäin eivät vanhat karttamme yllä, että niiden perusteella voitaisiin todeta Oulujärvellä tapahtuneita huomattavia rannan muutoksia, kuten esimerkiksi Toukansaaren kuroutuminen irti mantereesta tms. Vanhimpien karttojen tutkiminen saattaa kylläkin tuoda esiin paljon mielenkiintoisia seikkoja, joskin näiden karttojen luotettavuuteen on suhtauduttava varauksin. Viitteeksi Oulujärven rantojen tutkijoille mainitsen, että v. 1945 Paltamon seurakunnan silloinen kirkkoherra Arvi Merikallio ilmoitti minulle seurakunnan arkistossa olevan Paltamon pitäjää esittävän kartan jo vuodelta 1787. Olen tämän kartan samoin kuin maanmittausinsinööri Ilmari Laukkasen laatiman Paltamon kartan, josta on ollut edellä puhe, olemassa oloa tiedustellut v. 1976 Paltamon kirkkoherranvirastosta, mutta tällaista aineistoa ei vastauksen mukaan seurakunnan arkistoluttelon mukaan löydy. Tarkempi tutkimus asiassa - ehkä maakunta-arkistoon tms. saakka ulotettuna - voisi johtaa näiden karttojen jäljille.

Varsin tarkkaan mittaukseen perustui jo isojakoon tähtäävä kartoitus. Oulujärven seudulla se tapahtui 1800-luvun puolivälin tienoilla. Paltaniemellä tämä tehtiin v. 1846 ja Koutanimellä v. 1843. Maanmittaushallitukselta olen tilannut sanottuja alueita esittäneistä isojaon kartoista vedokset pienennettyinä peruskartan mittakaavaan 1:20 000. Kun viimeksi mainitun kartan peruskuvaus suoritettiin näillä alueilla v. 1963 ja ottaen huomioon, että säännöstely aloitettiin v. 1951, jonka jälkeen ei törmien syöpymistä sanottavastikaan tapahtunut, on mahdollista näiden karttojen vertailujen nojalla saada luotettavaa selvitystä törmien siirtymisestä runsaan sadan vuoden ajalta. Piirroksessa 33 on esitetty päällekkäin kohdistettujen isojaon kartan ja peruskartan mukaiset törmän yläreunan - jyrkänteen - paikat. Isojaon kartassa jyrkänteen paikka vastaa myös rantaviivaa.

Koutaniemen ja Paltaniemen rantatörmän yläreunan tai rantaviivan siirtyminen runsaan 100 vuoden aikana

- Isojaon kartoitus, 1843–1846
- Peruskartoitus, kuvaus 1963,
(Säännöstely alkoi 1951)



Koutalammen kohdalla on kysymys kuitenkin paikkaa muuttavasta hiekkasärkästä. On syytä lausua suuri tunnustus siitä tarkkuudesta, jolla tuo isojaon kartoitus on suoritettu, sillä sanottuja karttoja toisiinsa kohdennettaessa muuttumattomina pysyneet kiinnekohdat, kuten lampien rantaviivat, isojaon kulmapyykit tms. yhtyvät varsin tarkoin. Mikäli poikkeamia ilmeni, kohdistus tapahtui rantaviivaa lähellä olevan tukipisteen mukaan.

Karttavertauksesta todetaan rantatörmän siirtymää olevan lähes kaikkialla kuvatulla alueella. Koutaniemellä on suurin siirtymä 120 m, Koivikkoniemellä, jossa isojaossa pyykitetty yhteinen maanottoalue on peruskartalla jo vesialueen puolella. Pyykkölänlammen kohdalla on peltotörmää vyörynyt 90 m syvyydeltä. Monissa kohdin Koutaniemeä ja Sivolanniemeä on törmän siirtymä 60 - 70 m tienoilla. Saman verran on vyöryä ollut Koutaniemen Savisaareissa, vaikka Paltaselkä ei suuri ulappa olekaan. Koutaniemen itäisellä rannalla on törmän vyörymistä tapahtunut vähemmän kuin länsirannalla. Paltaniemellä on Kirkkoniemellä vanhan hautausmaan kohdalla havaittavissa n. 60 m suuruinen törmän siirtymä, jolloin myös viereinen venevalkama on hävinnyt. Tätä voimakkaampaa on vyöry ollut Kirkkoniemen ja Leppiniemen välisellä rantaosuudella, missä siirtymän suuruus on 80 m tienoilla. Tästä johdutaan runsaan 0,7 m/a vyörymisnopeuteen, eli samaan, mihin jo edellä mainittu 40 vuotta lyhyempään aikaan perustuvassa vertailussa. Tämä perustui ilmeisestikin samaan isojaon karttaan. Merkille pantavaa on sen sijaan se, ettei Kirkkoniemen ja Paltaniemen kirkon välisellä törmärannalla ole karttojen mukaan tarkastelukautena merkittävää vyöryä tapahtunut. Tästä olen aiemmin esittänyt arveluja.

Karttavertailu osoittaa, että vyörylle altteimmilla rannoilla on törmän siirtyminen ja siis vyörymisnopeus ollut runsaan sadan vuoden aikana 0,8-10,9 m suuruusluokkaa vuotta kohden laskettuna. Käsitykseni on, että nyt tarkastelun

kohteena olevat alueet, mukaan luettuna myös Hannusranta, jossa monet tilanrajat peruskartalla työntyvät monen metrin päähän purkutasolle, edustavat Oulujärven voimakkaimmin vyöryneitä rantatörmiiä. Koska näillä seuduilla on ollut pitkäaikaista asutusta, on mahdollista, että suojaustoimin on voitu jossain määrin hidastaakin vyörymistä. Saatu tulos käy ehkä odotettua paremminkin yhteen sen päätelmän kanssa, johon ranta-asukkaiden niin muistinvaraiset perimätiedot kuin heidän omakohtaisekin havaintonsa johtivat.

12 VYÖRYMI S I L M I Ö N H A I T T A V A I K U T U K S E T

12.1 MAANMENETYS

Törmien sortumisesta johtuva maanmenetys etenkin pelto- maiden kohdalla on pienten rantatilojen kohdalla varsin raskas rasite. Lähdettäessä aluksi koko Oulujärveen kohdistuvasta n. 0,5 m/a suuruiseksi arvioidusta vyörymisnopeudesta, tietäisi se 47,5 km pituisen vyöryrannan osalta lähes 2,5 ha maanmenetystä vuodessa. Korkeina tulvavuosina saattaa veteen suistunut maa-alue hyvinkin nousta 10 hehtaariin. Vyöryviä pelto- ja tonttimaan törmiiä on kaikkiaan 13 km pituudella. Koska tällaisilla mailla vyöryminen on voimakkaampaa - edellä olevan tarkastelun nojalla lähes 1 m/a - saadaan keskimääräiseksi menetykseksi n. 1,3 ha vuodessa. Tulvavuosina voi peltomaata vyöryä jo 5 - 6 ha. Kun esimerkiksi Ilkon tilalla Koutaniemellä on vyöryn alaista peltomaan rantaa usean sadan metrin matkalla, on pellon menetys 10 vuodessa 0,5 ha tienoilla.

Nykypäivänä tätä kirjoittaessa tulee ajatelleeksi, onko missään vaiheessa ollut esillä rantojen vyörymisestä aiheutuvan maanmenetyksen, itseasiassa tulvavahingon, korvaaminen julkisista varoista. En ole kuullut puhuttavankaan tämänkaltaisen korvauksen hakemisesta. Lieköhän jatkuvaa pellon vähennystäkään otettu huomioon silloisessa pelto- pinta-alaan perustuvassa maatalouden verotuksessa.

Ranta-asukkaat näyttävät varsin nöyrästi alistuneen kohtaloonsa todettuaan itsensä myös voimattomiksi taltuttamaan rajuja rantavoimia. Oulujärven vyöryalueelle tullee uusille asukkaille on vyörytapahtuman rajuus varmasti-kin ollut masentava yllätys, mikä on vähentänyt sitä kiehtovuutta, mitä mahtava ja antoisa Oulujärvi monin tavoin tarjoaa.

Tilarekisterin kannalta tulee mieleen se, onko rannan vyörymisen takia maa-alasta vesialueeksi tai ainakin vesijätön kaltaiseksi joutomaaksi muuttuneella pinta-alalla oikaistu tilojen maarekisteritietoja ja ovatko sanotusta syystä todellisesta tilanteesta poikkeavat maarekisteriotteet olleet esimerkiksi tilan kauppojen perustana. Maanjakotoimituksissa on varmaan ollut myös ongelmia vyöryrantojen vanhojen rajapyykkien määrittämisessä kuin niiden asettamisessakin.

12.2 VYÖRYRANNAN KAYTTO

Vyöryrannan käyttöön liittyy monia hankaluuksia, mutta törmällä liikkuminen tuo mukanaan vielä vaaratekijöitäkin. Lapsillehan tällaiset jyrkänteet ovat mieluisia kiipeilypaikkoja. Putoamisvaaraa lisäävät erityisesti törmän yläreunasta ulospäin työntyvät vain nurmimaton koossapitämät ulokkeet, joiden olemassaoloa törmää maalta päin lähestyittäessä ei osaa aina arvata saati sitten varoa. Vielä petollisempia ovat korkeahkot hiekkaiset törmän luis-
kat, jotka yläosaltaan ovat useimmiten ylijyrkkiä. Tällaisilla rinteillä liikuttaessa voi pienehkökin maanliikkuminen aiheuttaa koko törmänkin laukeamisen. Vanhempien kiellot ja aitauksetkaan eivät monesti hillitse lasten leikkejä sanotunlaisilla paikoilla. Vieraiden on taas vaikea tajutakaan rantatörmillä liikkumisen vaarallisuutta. Olen kuullut kerrottavan Nuasjärvellä kesäasukkaina olleen kahden lapsen menehtyneen vyörykeilan alle.

Törmien lohkeamisvaara asettaa maatalouden harjoittamiselle tiettyjä rajoituksia. Ensiksikään ei törmään päättyviä peltoalueita voida laiduntaa rakentamatta riittävän etäälle törmästä aitausta estämään karjan liikkumisen törmän äärellä. Aitausta joudutaan myös monesti siirtämään. Tämän tapainen peltoranta ei siis tarjoa karjalle viihtyisää rantalaidunta sen tavanomaisessa mielessä. Törmän lohkeamisvaaran vuoksi on reuna-alueita viljeltävä varoen. Tällöin jää aina hukkamaata, johon ei uskalleta viljelytöitä ulottaa. Nykyajan konekalustolla, erityisesti puimuria ajatellen, olisi tähän lohkeamisriskiin varauduttava vielä laajemmassa mitassa kuin aikoinaan hevosvedon kaudella.

Koska pintavesien valuminen törmän päältä edistää vyöryä, tulisi enimmäkseen vedet johtaa alas norojen tai mahdollisimman harvassa olevan veto-ojan kautta. Milloin avo-ojituksessa ojat yhdistetään törmän suuntaiseen päätyojaan, on tämän kaltaisessa ratkaisussa se haitta, että törmän vyörymisessä näin syntynyt reuninmainen pitkittäissarka ennen pitkää sortuu alas ja ollaan jälleen entisessä tilanteessa. Viljelyn kannalta on yleensä edullisempaa, että sarat ovat kohti rantatörmää, jolloin maanmenetys tapahtuu sarkojen päistä. Mikäli sarat ovat törmän suuntaiset, aiheutuu pellon vyörymisestä helpostikin se, että saran kaventuessa se joudutaan jättämään jo varsin aikaisessa vaiheessa viljelemättä. Peltojen salaojituksessa tuo törmän vyöryminen haittaa erityisesti laskuaukkojen osalta. Peruskuivatus on sen sijaan sanotunlaisilla pelloilla järjestyksessä.

Kulkeminen talouskeskuksesta rantaan on vyöryrannoilla monesti hankalaa. Vähänkään korkeampien törmien kohdalla tämä ei ole mahdollista, ellei törmän luiskaa loivenneta ja kiinteämmässä maassa kaiveta siihen porrastumia. Tällainen työ, ellei törmää samalla vahvisteta, ei useastikaan ole mielekäästä, koska uuden vyöryn takia hyöty jää

lyhytaikaiseksi. Tästä johtuen kulku rantaan tapahtuu notkelmien, kypsyneiden törmien tai matalahkojen törmä-rantojen kautta. Tämän mukaan määräytyvät myös talojen venerannat. Matka niille voi olla paljonkin pitempi kuin talosta lähimpään rantaan.- Saunoja ei törmän alle voida rakentaa. Törmän päällekkään rakennettuina ei niillä olisi merkitystä rantasaunana, eikä niitä pitäisi sortumavaaran vuoksi lähelle törmää rakentaakaan. Veden johtaminen järvestä talouskeskukseen ei vyöryrannoilla ole käytännön ratkaisuna mahdollista mm. laakean purkutason ja vyöryvän rantatörmän vuoksi.

Vyöryrannan käyttämiseen venevalkamana liittyy monenkaltaisia tilanteita. Jos odotettavissa on korkeahko tulva, ei ole juuri aihetta viedä venettä törmän alle, sillä siellä ei veneellä ole piankaan tilaa ja se on myös vaarassa rikkoutua törmää vasten kovan aallokon yllättäessä. Tulvan laskeuduttua ja veden pysytellessä rantaäyrään tasolla, siis likipitään keskiveden yläpuolella, tarjoaa ranta varsin hyvän veneenpitopaikan. Loppukesällä veden laskeuduttua joudutaan vene jättämään monesti kauaksikin purkutasolle. Erikoisen näkymän tarjoavatkin etäälle rannasta vedetyt, useasti tukeville teloille vedetyt veneet. Hankaluutta aiheuttavat verkkojen ja saaliin kantaminen veneestä maalle. Hevosella voidaan kylläkin purkutasolla ajella. Vaaraa veneiden karkaamiselle ei juuri tällaisessa tilanteessa ole, sillä matalavetinen purkutaso vaimentaa aallokon niin, ettei yllättävän suurta vedennousua tapahdu. Tällöinkin vene tuuliajolle jouduttuaan ajautuisi rantaan päin. Veneväyliä ei Oulujärvellä ole aikoinaan kaivettu konekaluston puuttuessa. Ilmeisesti olisivat väylät piankin liettyneet mataliksi. Erityisen hankalaa on syväkulkuisella moottoriveneellä liikennöiminen vyöryrannalla, sillä se vaatii välikuljetuksen veneellä, kuten tapahtui Manamansalon Leinosenrannassa.

12.3 VESILIIKENNEVÄYLÄT

Vyörytörmistä irronnut ja vedessä ajautuva maa-aines pyrkii luonnollisesti myös madaltamaan vesiliikenteen käyttämiä väyliä. Oulujärvellä ei tämä vaikutus ole kuitenkaan kehittynyt kovinkaan haitalliseksi, ellei oteta lukuun edellä kosketeltua venekulun hankalaa rantautumista. Suuriulappaisessa Oulujärvessä on nimittäin ahtaita väyliä verraten vähän. Ainoana laivaväylänä oli alkuaan vain Kajaanista Manamansalon pohjoispään Kaivannonsalmen kautta Vaalaan suuntautunut reitti. Oulujoki Osakeyhtiön toimittaman "Entinen Oulujoki" -nimisen historiikin mukaan (1954) Oulujärvi sai v. 1840 ensimmäisen laivansa, purjelaiva "Ämmän". Samaniminen oli myös v. 1870 ensimmäinen höyrylaiva, sekin puurakenteinen. Rautarunkoinen "Vaala" valmistui 7 vuotta myöhemmin ja se oli ensimmäinen puutavaraa hinaava varppialus. Näitä tuli järvelle useampiakin. Aikaisemmin oli laivojen tarkoituksena kuljettaa lähinnä puu- ja kappaletavaraa Kajaanin ja Vaalan välillä, mutta vähitellen myös matkustajaliikenne laajentui. Laivamatkailu elikin kukoistuskauttaan tämän vuosisadan alkupuolella, jolloin Oulujärven Laivaosakeyhtiön omistamat "Salo" ja tätä upeampi "Salo II" liikennöivät sanotulla reitillä. Oulun ja Nurmeksen välisen rautatien valmistuminen tyrehdytti tämän liikennemuodon. Sanottu rataosuus avattiin liikenteelle 1 päivänä joulukuuta 1930. Sotien jälkeen oli vesiliikennettä vielä Manamansaloon ja Pehkolanlahteen.

Oulujärven väylistä on alttein liettymiselle Paltasalmi lähinnä Koutaniemestä kulkeutuvan maa-aineksen vuoksi. Paltasalmi ei ole kuitenkaan haitallisemmin madaltunut, mikä ilmeisestikin johtuu Sotkamon reitin vesien - keskivirtaama n. $90 \text{ m}^3/\text{s}$ - aiheuttamasta Paltaselälle suuntautuvasta virtauksesta. Rantavesien madaltumisen vaikutus laivaväylään on kuitenkin selvästi todettavissa, sillä nykyisin Paltasalmen laivaväylä kulkee kapeimman kohdan sivuutettuaan ensin n. 500 m matkan koilliseen Kirkkoniemeä kohden ja sen jälkeen melkein pohjoiseen, kääntyen n. 800 m päässä länteen

kohti syvää Toukansalmea. - Vesiliikenteen kannalta hankalin väylä on Manamansalon pohjoisrannan ja mantereen välinen n. 4 km pituinen reittiosuus. Sen kapein kohta on Kaivannonsalmessa, mistä väylä Vaalan suuntaan mennessä jatkuu Rasilanlahden kautta Kuostonsaaren eteläkärjen kohdalla olevaan Lehmisalmeen. Kaivannonsalmi on perin ahdas, mihin vyöryaineiksilla ei ole juurikaan osuutta. Sen sijaan Rasilanlahteen ja etenkin Lehmisalmeen on läheiseltä vyöryalueilta kylläkin kulkeutunut väyliä madaltavia aineksia. - Aikoinaan joutuivat laivurit itse asettamaan väylämerkkejä, etenkin Kaivannonsalmeen, mutta Oulujärven saatua luotsinsa ja merikorttinsakin 1910-luvun alussa, väyliä viitoituksesta huolehti silloinen luotsilaitos. Todettakoon, että nykyisinkin johtaa puheena olevan salmikapeikon kautta vain 1,5 m syvyinen väylä, kun muualla Oulujärvellä viitoitetut väylät ovat 2,4 ja 3,5 m syvyiset.

Oulujärven ollessa luonnontilassa uitto tapahtui avolauttoina ja pyräinä, joten kulkusyvyys määräytyi varppialusten mukaan. Valtaosa uitettavasta puutavarasta tuli Hyrynsalmen ja Sotkamon reiteiltä ja se uitettiin välttämättä suurista avoselkiä mahdollisimman paljon Kaivannonsalmen kautta Oulujoen niskalle Vaalaan. Uitto vaikeutti erityisesti väylän kapeus ja mataluus Kaivannonsalmessa ja sen läheisyydessä. - Varsin hankalaksi olisi uitto voinut muodostua Painuanlahden suun edustalla olevassa Salmensuussa, jonne kulkeutuu maa-ainesta varsinkin Säräisniemen etelärannan törmistä, mikäli uitto tähän suuntaan olisi muodostunut mittavaksi ja pysyväksi. Vuonna 1904 oli nimittäin pitkän kehittelyn jälkeen valmistunut valtion kaivattamana 12 km pituinen Siikajoen vesistöön johtava Painuan kanava - peruskartalla Siikajoen uittokanava. Vuotuiset uittomäärät olivat kuitenkin vähäiset ja uitto tämän kanavan kautta päättyi kannattamattomana v. 1922.

Tietävästi ei merkittäviä väylän ruoppauksia ole Oulujärvellä suoritettu sen ollessa luonnontilassa. Sen sijaan järven säännöstely vaati verraten paljon väylätöitä, joista laajin oli Paltasalmen ruoppaus. Lupakäsittelyn kestäessä hakija on velvoitettu eräiden uusienkin väyliä ruoppaukseen,

ja lopullisessa lainvoimaisessa luvussa on määrätty tehtäväksi myös eräitä venekulkuväyliä. - Kaivannonsalmen perkaus, joka lupakäsittelyn aikana oli erittäin keskeinen kysymys, ratkesi sen kautta, että uitto vesistössä muuttui nippu-uittoksi. Tällöin nippulautat hinataan Manamansalon eteläpään ohi Alassalmen kautta. Olennainen muutos oli myös se, että tuolloin puutavara kuljetettiin Kajaanin ohi nippuina Kuluntalahden ja Jormuanlahden kannakselle rakennetulla siirtoradalla.

12.4 VESISTÖVAIKUTUS

Vuosien saatossa on vyörytörmistä suistunut veteen suuria maamääriä ja yhdenkin tulvavuoden aikainen maansiirtymä on jo melkoinen. Tuleekin ajatelleeksi, miten suuria muutoksia ne väylien madaltamisen ohella aiheuttavat järvenpohjaan ja edelleen mitä vaikutuksia ne aiheuttavat vesistössä ja ennenkaikkea tällöin kalaston elinehtoihin. Seuraavassa tarkastelussa, jossa ei odotetakaan pitävää vastausta esitettyyn kysymykseen löytyvän, joudutaan nojautumaan varsin karkeisiin arvioihin.

Lähtemällä luvussa 11 esitetystä otaksunnasta, että vyöryvistä törmistä irtautuu maata keskimäärin vuodessa 0,5 m vahvuudelta, merkitsee se Oulujärven tavallisinta törmäkorkeutta vastaavassa 6 m törmässä 3 m^3 suuruista maa-ainemäärää törmämetriä kohden. Jos tämän maamäärän ajatellaan jakautuvan tasaisesti esimerkiksi 50 m leveälle jyrkänpartaalle, merkitsisi se täällä 6 cm vahvuista kasautumaa. Mikäli kysymyksessä olisi vyöryä aiheuttava tulvavuosi, tuo kasautuma voisi olla jo yli 20 cm vahvuinen. Jakamalla viiemaksimainittu määrä tasan koko purkutasolle, jonka tavallisin leveys Oulujärvellä on n. 500 m, olisi kerrostuman vahvuus likimäärin 2 cm. Erittäin vyöryherkällä alueella, missä keskimääräisen vyörymisnopeus on lähes 1 m vuotta kohden, kaksinkertaistuvat edellä otaksutut kasautuma-arvot.

Laajentamalla tätä tapahtumapiiriä viime vuosisadoiksi voitaneen vyöryrannan muotojen nojalla summittain päätellä, että kaikki törmärannat - myös kypsyneet törmät - huomioon ottaen, vyörymistä on tapahtunut keskimäärin ainakin 200 m verran, so. rantatörmä on siirtynyt tämän mitan maalle päin. Kun törmän päällyksen rinne on yleensä järvelle päin kallistuva, voidaan törmän keskikorkeudeksi olettaa 5 m. Koko vyöryranta-pituuden ollessa n. 80 km, saadaan sanotuin otaksumin veteen suistuneen maan yhteismääräksi n. 80 Mm³. Helsinki -kohtaisena vertauksena tuo määrä tietäisi n. 50 cm vahvuista maapatjaa tämän kaupungin maa-alueelle. Jaettuna Oulujärven 925 km² suuruiselle vesialueelle saataisiin siitä 9 cm kerrostuma. Järven rantaviivan (122,70) ja korkeustason 122,00 väliselle 170 km² suuruiselle järvenrantavyöhykkeelle kertyisi sanotusta maamäärästä lähes 50 cm vahvuinen kerros. Ottamalla huomioon vain vyöryalueiden kohdalla olevan sanottu rantavyöhyke olisi vastaava kerros huomattavasti suurempi.

Esitettyjen laskelmien johdosta on aihetta huomauttaa siitä, että vyöryainesta painuu myös jyrkänpartaan edustalla olevaan rinteeseen ja syvänteeseen ja että sitä kulkeutuu myös vyöryrantojen sivustoilla oleviin lahdekkeisiin kaarteiksi tai niemekkeiden sivustoilla oleviin särkkiin. Koska vyöryalueet ovat monesti yhtenäisiä, monen kilometrin mittaisia törmärantoja ei näiden alueiden ulkopuolelle kulkeutuneen aineksen määrä voi kokonaisuuteen nähden kovin merkittävä olla. Rantaäyräillekin kasautuu aina vyöryainesta, mutta sen osuus jää merkityksettömäksi sen johdosta, että rantaäyräs kulkeutuu lähes entisen korkuisena ja levyisenä maalle päin törmän siirtymään sidottuna. Mielestäni ei tässä tarkoitettu aineksen muualle leviäminen voine olennaisesti muuttaa arviointilaskelmien tuloksia.

Vyöryrantojen purkutasolla ja eritoten jyrkänpartaalla ja sen alapuolisessa rinteessä maa-aines on jatkuvassa liikkeessä. Voimakkainta tämä on vyöryä aiheuttaneena tulvakesänä, mutta muulloinkin aallokko siirtelee pohja-aineksia. Edellä on myös todettu maan kasautumisen olevan sellaista suuruus-

luokkaa, että se ei luo tietyillä kohdin edellytyksiä pohjakasvuston ja eläimistön kehittymiselle. Huomattava on myös se, että tämä rantatörmistä peräisin oleva maa-aines on humuksetonta ja vähäravinteista. Nämä seikat merkitsevät sitä, että ajatellen Oulujärven tärkeitä saaliskaloja siikaa ja kuhaa, niiden ravinnokseen käyttämän kasvi- ja eläinplanktonin sekä pohjaeläimistön tuotannon täytynee olla suurella osalla vyöryrantojen vesissä erittäin vähäistä. Samaan suuntaan vaikuttaa myös se, että vyörymisvaiheen aikana vesi myös samentuu. Hiekkaisten törmien edustalle tällä ei liene merkittävää vaikutusta, mutta hietamaan törmissä on jo runsaasti hiesu- ja saviaineksia, josta johtuu, että rantavesissä tällöin vesi pysyy vyöryn jälkeen kauan sameana. Voimakas aallokko pystyy samentamaan veden muulloinkin. Edellä sanottu koskee etenkin Koutaniemen seutua, jossa veden laatua heikentävät vielä Kajaaninjoelta virtaavat yhdyskunnan ja teollisuuden jätevedet.

Kalojen ravintokysymyksen ohella vyörymisilmiö ulottanee vaikutuksena myös syyskutuihin kalojen lisääntymismahdollisuuksiin. Siialle ja muikulle kovapohjaiset jyrkänpartaan tienoot tarjoavat hyvän kutualustan. Kutu tapahtuu myös suurelta osalta sellaisella vedensyvyydellä, jossa irtonaista maa-ainesta kasautuu. Oulujärven jäätyessä keskimäärin marraskuun loppupuolella on sanottujen kalojen kutu jo päättynyt. Kysymys on lähinnä siitä missä määrin kasautuva maa-aines pystyy hävittämään pohjalle lasketun mädin. On huomattava, että vaikkakin uusi vyöryaines huuhtoutuu veteen kevätkesällä, sen liikkumista tapahtuu koko sulavesikauden. Veden laskeutuessa syksyä kohden aallokon maahiukkasia kuljettava vaikutus ulottuu yhä syvempiin vesiin. Samantapaista vaikutusta voi ilmetä myös varhaiskevällä kalanpoikasten kuoriutuessa. Järven vapautuessa jäistä keskimäärin toukokuun alkupuoliskolla on vesi monesti vielä alhaalla, jolloin aallokko pystyy jatkamaan sanottua vaikutusta. Ilmeisestikin kalanpoikasten kuoriutumiseen kohdistuva haitta-vaikutus on pienempi kuin mädin kohdalla. Kuhankin kudulle, joka tapahtuu kesäkuun loppupuolella, ovat jyrkänpartaan läheiset rinteet sopivia paikkoja. Kun poikasten kuoriu-

tuminen tapahtuu kuitenkin jo noin kymmenen vuorokauden aikana, ei maa-aineksen kasautumisesta, joka korkeana tulvavuotena on alkukesällä kylläkin runsasta, kerinne aiheutua merkittävää haittaa kuhan lisääntymiselle.

Edellä läpikäyty katsaus on nähtävä eräänlaisena ajatusrakennelmana siitä, minkälaisia kalataloudellisia vaikutuksia vyöryilmiöön voi liittyä. Asian mahdollinen pohtiminen kuuluu kalatalouden asiantuntijoille. Näin jälkikäteen ei po. vaikutuksen lähempään selvittämiseen ole enää mahdollisuuttakaan. Kun säännöstelyn vallitessakin on rantavesissä maa-aineksen jatkuvaa liikkumista, joskin vaimeampana kuin luonnontilassa, voisi tämänkaltaisen aiheen tutkimiseen olla edellytyksiä. - Rohkenen tässä kuitenkin esittää arveluni siitä, että vyörytörmistä irronnut maa-aines on ainakin jossain määrin rajoittanut ravinnontuotantoa ja eräiden arvokalojen lisääntymistä. Näin ollen se on ehkä osittain vähentänyt sitä vahinkoa ja haittaa mitä säännöstelyn talvenaikainen vedenkorkeuden alentaminen on aiheuttanut. Tässä saatetaan kylläkin esiintuoda se, että koko Oulujärven rantaviivasta on vyöryrantojen osuus runsas 5 %, joten kokonaisuuteen nähdessä asialla olisi lähinnä vain periaatteellinen sisältö. On kuitenkin huomattava se, että suuri osa järven vesialasta on sellaista, joka ei sovellu tässä kosketeltujen kalalajien kutualueeksi. Ainakaan alueelliselta kannalta katsottuna, ajatellen lähinnä Manamansaloa, ei sanottu vaikutus voine olla merkityksetön.

Oulujärven vesialueen laajentuminen vyöryrannan siirtymisen vuoksi tuo esiin myös ajatuksen siitä, onko tämä voinut vaikuttaa järven vedenvarastointikykyyn ja tätä kautta yliveesiin. Lähtemällä jo aikaisemmin esitetystä otaksumasta, että 80 km pituisella rantaosuudella olisi tapahtunut 200 m rannan siirtyminen maallepäin olisi vesipinta-alan lisäys 16 km². Koska sanottu lisäys on vain 1,7 % järven pinta-alasta, ei tämä kohta kaipaa enempää huomiota.

13. VYÖRYMISILMIÖN RAJOITTAMINEN VESISTÖN SÄÄNNÖSTELYLLE

13.1 TULVIEN ALENTAMINEN

Oulujärvi

Oulujärven säännöstelysuunnitelmaa laadittaessa kävi alunperin selväksi, että niin rantapeltöjen korkeussuhteiden kuin vyöryrantojenkin vuoksi säännöstelyn tuli tapahtua alapäin so. tulvia leikaten ja allastilavuuden lisäämiseksi järven alivesikorkeuksia alentaen. Suunnitelmassa todetaan-kin hankkeen tarkoituksiksi voimatalouden ohella suojella Oulujärven rantamaiden maa- ja metsätaloutta sekä rantatörmä haitallisilta tulvilta. Lähinnä tulvasuojelun vuoksi valtiokin sitoutui osallistumaan 7 %:lla säännöstelyn kustannuksiin. Säännöstelyn padotus- ja juoksutussääntö rakentui kiinteiden, korkeudeltaan vuodenaikojen mukaan vaihtelevien ylä- ja alarajojen varaan.

Vuosien 1938 - 1939 kenttätukimusten mukaan Oulujärven rantapelloista korkeuden 123,25 alapuolella oli vajaa 1 ha ja korkeusvälillä 123,25 - 123,50 n. 18 ha, josta turvepeltoa 55 %. Korkeuden 123,50 yläpuolella lisääntyi peltoala, jota tutkitulla alueella (122,70 - 124,50) oli 603 ha eli n. 8 %. Viimeisimpänä suurena tulvavuonna 1943 peltoa oli veden alla noin 540 ha. Jotta Oulujärven rantaviljelykset, alavimpia vähäisiä alueita lukuun ottamatta, voitaisiin vapauttaa tulvilta edellytti se säännöstelyn ylärajan nostamista enintään korkeuteen 123,20. Näiden peltöjen viljely pyrittiin varmistamaan myös sillä, että syyskyntöjen aikana yläraja on tuota ylintä rajaa 20 cm alempana. Sama periaate pätee myös kevätmuokkauskauteen, jolloin vedenkorkeus säännöstelyn luonteen mukaisesti on loppukesän vedenkorkeuksia alempana. - Sanotunlainen vedenkorkeuden nosto, 60 cm rantaviivan yläpuolelle, merkitsisi toisaalta niittyjen ja nevaniittyjen tuoton menetystä. Sodanjälkeisissä olosuhteissa näitä alueita vielä paljolti niitettiinkin laiduntamisen ohella. Nevaniityllä tarkoitetaan suunnitelmassa Kainuulle tunnusomaisia turveperäisiä rantaluhtia, joilla tulvat ovat

estäneet pensoittumisen ja sammalloitumisen. Kaikkiaan on Oulujärvellä niittyä ja nevaniittyä neljännes koko tutkitusta alueesta eli 2 055 ha, mikä valtaosaltaan on korkeuden 123,50 alapuolella, - Kun Oulujärven ranta-alueelle kasvullisen metsän keskimääräiseksi alarajaksi on todettu korkeus 123,20 tiesi tulvien laskeminen tasolle 123,20 myös metsätaloudelle hyötyä, tuota alarajaa ehkä hieman alentaenkin.

Suunnitelmassa lausuttujen erikoisperusteluiden mukaan kesänaikaisen ylärajan 123,20 ovat kuitenkin ensisijaisesti määränneet vyöryvien rantatörmien asettamat vaatimukset. Padotuksen ylärajan korottaminen olisi törmien kasvavasta syöpymisvaarasta johtuen aiheuttanut vaikeasti määritettäviä korvauksia ja niinikään korvauksia myös pelto- ja metsämaan osalta. Lähtökohtana ylärajan määrittämisessä oli se, että törmätutkimusten mukaan noin 10 %:ssa vyörytörmiiä tyven korkeus oli korkeutta 123,45 alempana. Aallokon vaikutusrajan oli puolestaan havaittu olevan keskimäärin 0,25 m vallitsevaa vedenkorkeutta ylempänä. Jotta voitiin estää aallokon vaikutus sanotun rajan yläpuolella oleviin törmiin, ylärajaksi valittiin edellä mainittu korkeus 123,20 m. Syysmyrskyjen nostattaman korkeamman aallokon vuoksi pidettiin suotavana ylärajan alentamista korkeuteen 123,00, mikä oli myös maatalouden mukainen tavoite. Mitä tulee aallokon vaikutuksen edellyttämään lisävaraan on nyt todettava, että se sisälsi melkoisen varmuuden, sillä aallokon vaikutusta (huuhteluvyöhykettä) koskevat havainnot oli tehty pääasiassa vuoden 1938 tulvan aikana, joka oli säännöstelyn ylärajaa noin 40 cm ja syksynaikaista korkeutta noin 60 cm ylempänä. Pienenevä veden syvyyshän vaimentaa purkutasolla ja rantaäyräällä aallokkoa ja kaventaa huuhteluvyöhykettä. Suunnitelmassa todetaan edelleen, että niissä törmissä, joiden tyvi oli korkeustason 123,45 yläpuolella, vyörymisvaara säännöstelyn johdosta ilmeisesti vähenee, mutta mahdollista voi olla, että aallokko äyrästä kuluttaen tavoittaa törmän aloittaen sen uudelleen vyörymisen. Säännöstelyn edullisen vaikutuksen pysyttämiseksi tulikin suunnitelman mukaan edistää kasvillisuuden kiinnittymistä etenkin rantaäyräaseen. Tähän muuttuneet vedenkorkeussuhteet

ja monessa paikassa myös maaperä luovat hyvät edellytykset. Kun säännöstely täten vähentää törmien vyörymisvaaraa, esitetään suunnitelmassa, että vahvistaminen olisi periaatteessa rannanomistajan asiana, mutta suotavaa olisi, että valtio selvittäisi edulliset vahvistustavat ja antaisi näissä töissä asiantuntevaa ohjausta. Tyvenkorkeudeltaan 123,45 alempana olevien törmien osalta suunnitelmassa ehdotetaan suojaustoimenpiteitä, joista lähemmin seuraavassa kohdassa 13.2.

Oulujärven säännöstelyä koskevassa lainvoimaisessa lupapäätöksessä säännöstelyn yläraja on sama kuin suunnitelmassa. Ylärajaa kuvaa seuraavien pisteiden kautta kulkeva murtoviiva:

Pvm	NN +, m	Pvm	NN +, m
1.1	123,00	16.7	123,20
1.3	123,00	31.8	123,20
16.4	122,60	1.10	123,00
1.5	122,60	31.12	123,00
1.6	123,00	31.12	123,00

Oulujärven kulloinkin vallitseva vedenkorkeus tuli määrittää kolmeen kohtaan, nimittäin Vaalan virran yläpuolelle, Melalahteen ja Vuottolahteen rakennettujen vedenkorkeusmittarien osoittamien vedenkorkeuksien keskiarvona.

Todettakoon vielä - vyörymiskysymykseen tosin vaikuttamattomana - että Oulujärven säännöstelyn talviaikainen alaraja on korkeudella 120,50 ja kesänaikainen 121,60. Viimeksi mainittua on vesioikeudellisessa lupakäsittelyssä nostettu suunnitelmassa ehdotetusta 70 cm:llä. Säännöstelyrajat merkitsevät 2,7 m:n vuotuista allaskorkeutta ja 1,6 m:n kesänaikaista allaskorkeutta. Luonnontilaisessa Oulujärvessä oli eri vuosina sattuneen ylimmän ja alimman havaitun vedenkorkeuden ero 2,50 m. Säännöstelyn aloittamisesta 1.11.1951 lähtien on vuotuiseksi vedenkorkeusvaihteluksi osoittautunut keskimäärin 1,8 m ja keskiveden alentumiseksi n, 0,5 m. (Kostiainen 1983).

Sotkamon järvet

Sotkamon järvien säännöstelyn tavoitteet rantamaiden osalta ovat varsin samankaltaiset kuin Oulujärvellä. Niin Nuasjärvellä kuin Kiimasjärvellä ja Sapsojärvellä leikataan myös tulvia, jolla estetään niiden nousu viljelysmailla sekä vähennetään törmien vyörymistä. Sotkamon keskustan verraten alavat tonttialueet ovat myös osaltaan vaikuttaneet säännöstelyrajan määrittämiseen. Kun puheena oleva allasryhmä on kaksiosainen ja altaiden välinen Tenetinvirta tuli sen purkauksyvyn lisäämiseksi perattavaksi rakentamatta siihen säännöstelypatoa, merkitsi tämä sitä, että tulvien alentamiseen nähden Kiimasjärven allas asettuu sanotussa mielessä suotuisampaan asemaan kuin Nuasjärvi.

Nuasjärvellä oli vuosien 1939 - 1945 kenttätutkimuksen kohteena olleella alueella peltoa 135 ha, mikä on n. 15 % koko tutkitusta alueesta. Kiimasjärven altaassa olivat vastaavat luvut 134 ha ja 6 %. Peltoala alkaa merkittävämmiin lisääntyä Nuasjärvellä korkeudelta 138,00 ja Kiimasjärvellä 138,50 ylöspäin. Laskelmien mukaan on kannattavan viljelyn alarajaksi katsottu Nuasjärvellä korkeus 138,20 ja Kiimasjärvellä 138,60. - Metsän alarajaa koskevan tutkimuksen mukaan kasvullisen metsän alarajana voidaan Nuasjärvellä pitää korkeutta 138,30 ja Kiimasjärvellä 138,65. Tämä ei merkitse sitä, etteikö huonokasvuista puustoa ja varsinkin leppää tavata sanottujen rajojen alapuolellakin.

Vyörytörmistä on todettu, että alimmat törmien tyvet ovat Nuasjärvellä korkeudella 138,05 ja Kiimasjärvellä korkeudella 138,50. Nuasjärven vyörytörmistä on puolet sellaisia, joiden tyvi on korkeustasoa 138,20 alempana. Kiimasjärven altaassa vastaava arvo on 138,65.

Säännöstelysuunnitelmassa, joka valmistui lopulliseen muotoonsa 25.4.1950, on säännöstelyn kesänaikaiseksi ylärajaksi valittu Nuasjärvellä korkeus 138,00 ja Kiimasjärvellä 138,35. Ensiksi mainittu arvo merkitsee vuoden 1943 tulvakorkeuden

alentumista 67 cm:llä ja keskiyliveden nousua noin 8 cm:llä. Kiimasjärvellä vastaava vertailu merkitsee 113 cm:n ja 13 cm:n alennusta. Vahvistetussa suunniteimassa näiden altaiden säännöstelyn ylärajaa kuvaa seuraavien taitepisteiden kautta kulkeva murtoviiva:

Pvm.	Nuasjärvi	Kiimasjärvi
	NN +, m	NN +, m
15.12	138,00	138,10
10.4	137,50	137,60
30.4	137,50	137,75
20.5		138,10
31.5	137,70	
15.6	138,00	138,35
30.6		138,35
31.7	138,00	138,20
31.8	137,70	137,80
10.10	137,70	138,05
10.11	137,95	138,15
30.11	138,00	138,15
15.12	138,00	138,10

Vedenjuoksutus on Kajaanissa olevan Koivukosken padolla hoidettava niin, ettei tilapäisiä, enintään kolme vuorokautta kestäviä heilahteluja lukuunottamatta vedenkorkeus Rehjänselän vesiasteikolla ylitä edellä ilmaistuja padotusrajoja. Kiimasjärven vedenkorkeudet on kytketty Kaitainsalmen vesiasteikkoon.

Ylärajat poikkeavat Oulujärven padotusrajasta mm. siinä, että Nuasjärvellä vesi saadaan pysyttää myös talvella kesänaikaisella ylärajalla, syysalennuksen ollessa kuitenkin 30 cm. Kiimasjärvellä on ylimmän rajan pysyvyysaika vain kaksi viikkoa. Nuasjärven ylärajan ja alarajan erotuksena - allaskorkeutena - on 2,3 m ja Kiimasjärven 2,5 m eli hieman pienempi kuin Oulujärvellä.

Säännöstelyn vaikutuksia rantojen vyörymisilmiöön arvioitaessa on huomattava, että vaikka Nuasjärvellä ylin vesi tulee laskemaan 67 cm, vedenkorkeuden kestävyys padotusrajan korkeudella sulavesikautena pitenee 22 vuorokaudesta 45 vuorokauteen edellytettynä, että vedenkorkeus pysytetään tällä säännöstelyn ylärajalla. Säännöstelysuunnitelmassa todetaan, että säännöstelynaikainen tilanne on ilmeisesti luonnontilaa edullisempi, kun otetaan vielä huomioon vedensyvyys pienentymisestä johtuva ranta-aallokon vaimentuminen. Ainoana vaarana pidetään sitä, että vedenkorkeuden kestävyys kasvaessa entisestään säännöstelyn ylärajan korkeudella rantaäärään eroosio muodostuu niin voimakkaaksi, että vesi pääsee leikkautumaan törmään. Kahta vaaranalaista rantaosuutta esitetäänkin suunnitelmassa vahvistettavaksi. Säännöstelyvaikutukset ovat todettavissa vasta jonkin vuoden kuluttua säännöstelyn aloittamisesta, todetaan vielä suunnitelmassa. - Kiimasjärven altaaseen kuuluvan Sapsojärven vuörytörmään vedenkorkeuksien alentuminen, on selvästi tuntuvampi kuin Nuasjärvellä.

13.2 SUUNNITELMISSA ESITETYT SUOJAUSTYÖT

Oulujärven säännöstelysuunnitelmassa todetaan, että vyörytörmistä 8,9 kilometriä on sellaisia, joiden törmän tyvi on korkeutta 123,45 alempana. Kun suunnitelma sallii oikeuden vedenkorkeuksien kestävyys lisäämiseen ylimmän rajan korkeudella 123,20 ja sen alapuolella, on mahdollista, että näiden törmien vyöryminen tulee lisääntymään. Suunnitelmassa ehdotetaan toimenpiteitä tämän estämiseksi. Ne kohdistuvat kuitenkin vain pelto- ja niittymaan törmään sekä Paljakan korkeaan metsämaan törmään. Näiden törmien yhteinen pituus on 6,3 kilometriä.

Suojaustoimenpiteeksi päädyttiin suunnitelmassa rannasta ulospäin, vaarallista tuulensuuntaa vastaan lähes kohtisuoraan rakennettaviin suojaseiniin, joiden tehtävänä oli vaimentaa aallokon voima. Suojaseinät tuli pääasiassa rakentaa n. 75 cm etäisyydelle toisistaan maahan juntattavista 6 - 8 tuuman läpimittaisista n. 2 m pituisista paaluista, joiden

väliin oli pujoteltava näreet, latva järveä kohti. Tätä rakennetta kuvaa suunnitelman piirros 114. Suojaseinän rakentamisesta lausutaan suunnitelmassa, että sen tulee nousta korkeuden 123,45 yläpuolelle muodostaakseen riittävän suojan aallokkoa vastaan ja seinä tulee kiinnittää tukevasti törmään. Sopivaksi suojaseinän pään ylimmäksi etäisyydeksi törmästä katsotaan noin 30 m, jolloin suojaseinien keskinäinen etäisyys tulee niiden suunnasta riippuen olemaan likimain sanottu metriluku. Suojaseinän alapään tulisi ulottua korkeudelle 122,50. Suunnitelman piirroksissa 115 - 124 on kuvattuna ne rantaosuudet, joille suojaseinät ehdotetaan rakennettaviksi samoin kuin niiden paikka, määrä ja suunta kompassilukemin. Näiden piirrosten mukaan suojaseiniä olisi tullut rakentaa 204 kappaletta pituudeltaan yhteensä n. 7 km. Pystypaaluja tähän olisi tarvittu noin 20 000 kappaletta.

Tähän varsin mittavaan rantojen suojaamistyöhön ei kuitenkaan ryhdytty, sillä suunnitelman valmistumisen (7.5.1945) jälkeen kävi ilmeiseksi, että rantojen tarvittavan suojauksen tuli rakentua muulle kuin aallonmurtamisen periaatteelle. Rakentamiskustannusten ja kunnossapidonkin kannalta olisi työ tuossa laajuudessa muodostunut kohtuuttoman kalliiksi. Paitsi aallokko, niin myös jäänpaineet olisivat alati olleet suojaseiniä sortamassa ja ajan mittaan olisi tällainen rantaosuus saattanut maisemallisesti tarjota lohduttoman näyn. Nämä toimenpiteet eivät sitäpaitsi olisi taanneet kovinkaan varmaa suojaa törmille. Katson, että suojattavien törmien valinta oli myös liian teoreettinen, sillä törmien tyven korkeus on tietyssä laajuudessa muuttuva suure. Suojaseinät, vaikkakaan ne eivät olisi pystyneet riittävästi rantavoimia hillitsemään, olisivat tietenkin voineet toimia rantasuisteeksi nimettyjen rakenteiden tapaan ajohiekan kerääjinä rantaäyräälle. Edellytykset tähän olisivat puheena olevilla rantaosuuksilla kuitenkin olleet huonot, sillä peltomaan vyöryrannat ovat yleensä hienohieta- ja hiesumaita, joilla ei paljoa kulje rantaäyräitä vahvistavaa hiekka-ainesta. Tästä johtuukin näiden vyörytörmien tyven suhteellinen mataluus.

Nuasjärven säännöstelysuunnitelmassa esitetään rakennettavaksi Kekkolanniemeen ja Huuskonniemeen näiden yhteensä 240 metrin pituisen hiesuista hietamaata olevien vyöryrantojen jaamiseksi 10 noin 15 metrin pituista puusuistetta. Näiden tehtäväksi mainitaan ajohiekan kasvattaminen törmää suojelevaksi kaarteeksi. Suisteita ei ole tarvinnut rakentaa, sillä Kekkolanniemen törmän vyöryminen on pysähtynyt maanomistajan suorittamien toimenpiteiden vuoksi ja Huuskonniemen törmäkohta on luonnostaan lepittänyt.

Toteuttamatta jääneiden suojaamissuunnitelmien esiintuomisen tarkoituksena tässä yhteydessä on valottaa suojauskysymyksen ongelmakenttää lähinnä taustaksi sille toteamukselle, että alueellisten olosuhteiden luomien erityisedellytysten huomioon ottaminen, varsinkin paikallisten asukkaiden rantailmiöihin kohdistuneiden huomioiden ja pitkäaikaisten havaintojen pohjalta, saattavat monesti johtaa varsin yksinkertaisiinkin ratkaisuihin.

13.3 TEHDYT SUOJAUSTYÖT

Rantasuistekokeilu

Kun rantasuisteiden eli juohteiden rakentamisella oli aikanaan Nuasjärvellä ja myöhemmin Manamansalossa saatu vyöryrannan suojauksessa erittäin myönteisiä tuloksia, heräsi luonnollisesti ajatus sovelluttaa tätä periaatetta laajemminkin rantojen suojauksessa. Tiedossa oli toisaalta se, ettei niiden rakentamiseen kiviaineksesta ollut alueiden kivettömyyden vuoksi paljonkaan edellytyksiä. Sen sijaan näytti mahdolliselta, että vastaavanlaisiin vaikutuksiin voitaisiin päästä edellisessä kohdassa esitetyillä puisilla suojaseinillä. Kun suisteen ei olisi tarvinnut jatkuvasti kestää aallokon painetta, koska ne saisivat piankin keräämästään hiekasta hyvän tuen, suiste saattoi ilmeisestikin olla nimenomaan pystypaalutuksen osalta suojaseinää kevytrakenteisempi.

Vuoden 1948 keväällä annettiin Väinö Karjalaisen, jolla oli jo omakohtaista kokemusta rantasuisteista, rakennettavaksi Manamansalon länsirannalle noin 600 m Kopolanniemestä etelään kaksi suistetta. Niiden pituuden tuli olla n. 30 m ja keskinäisen välin n. 45 m. Ohjeena oli suojaseinän piirustus, kuitenkin siten muutettuna, että pystypaaluna voi olla 5 -tuumainenkin paalu ja näiden väli noin 1 m. Lisäohjeeksi oli vielä annettu, että paalut juntataan maahan kuorimattomana kärki kolmelta sivulta terotettuina tyvipuoli alaspäin. Latvuksista, tehtyihin paaluihin jätetään oksien hangat sitomaan paalujen väliin pujoteltavia juoksua ja risuketta. Tähän sopii käytettäväksi männyn tai kuusen latvuksia ja oksia sekä lepän ja koivun rankoja, todetaan myös ohjeissa.

Suisteet valmistuivat 15.7.1948, jolloin Oulujärven vedenkorkeus oli 122,94. Viikkoa aikaisemmin oli vallinnut ankara raemyrsky, jonka suisteet olivat hyvin kestäneet. Kuukauden kuluttua suisteiden valmistumisesta suoritettiin niiden mitaus ja maaston vaaitus. Suisteiden vaakajuoksujen yläreunan korkeudeksi törmänpuoleisessa päässä todettiin n. 123,70 ja järvenpuoleisessa päässä n. 123,20. Suisteet ulottuivat pohjan korkeudelle n. 122,60. Tästä vaaituksesta laadittu asemakartta on esitetty piirroksessa 31. Karttaan merkittyjen korkeuskaarrosten nojalla voidaan todeta suisteiden jo kuluneen kuukauden aikana kasvattaneen ranta-äyrästä ajohiekalla.

Seuraavan vuoden keväänä ilmoitti suisteiden rakentaja, että suisteet olivat hyvässä kunnossa, lukuun ottamatta muutamaa paalua, jotka olivat tukkien ja jääteliön vuoksi jonkin verran kallistuneet. Vedenkorkeus oli alkutalvesta noussut likimain kesäiselle tulvakorkeudelle. Vuoden 1949 alkukesällä oli Oulujärven vesi korkealla Jylhämän työpadon vuoksi. Tämän tulvan aikana jäivät suisteet kokonaisuudessaan veteen, jolloin ne joutuivat kovalle rasitukselle. Myös saman vuoden loppusyksyllä veden jäätymisaikana oli vesi tuohon vuodenaikaan nähden varsin korkealla - 123,15. Suistealueen ja suisteiden uudelleenmittaukseen ei tällöin eikä myöhemminkään ilmennyt tilaisuutta.

Kesällä 1949 ollessani Oulujärvellä padotusvahinkoja arvioimassa kävin tarkastamassa nämä suisteet, mihinkä tarjoutui tilaisuus myös seuraavana kesänä. Ilman mittauksia oli tuolloin selvästi havaittavissa, miten suisteet olivat vaikutuksiltaan vastanneet odotuksia, olihan tällä rantaosuudella runsaasti vedessä kulkevaa vyöryainesta, eritoten vuoden 1949 tulvan johdosta. Suisteet olivat yläosaltaan jo melkein hautautuneet hiekkaan. Ne olivat jo tehtävänsä tehneet eli muodostaneet tässä tapauksessa kummallekin sivustalle hiekkakaarteet, joiden muodostama niemeke puolestaan toimi hiekkaa keräävänä suisteena. Suisteiden järvenpuoleiset päät olivat kylläkin veden ja jään kourissa tuhoutuneet, mutta suisteet olikin rakennettu tarpeettoman pitkiksi. Suisteiden korjaaminen ja jatkaminen olisi ollut paikallaan, mikäli niiden vaikutusta olisi haluttu laajentaa tai hiekkaa näyttäisi karkaavan liikaa pois.

Törmien vahvistamistyöt

Suistekokeilujen antamien myönteisten tulosten johdosta ja jotta ajoissa saataisiin kokemusperäistä tuntumaa myös istutustoimenpiteiden mahdollisuuksista vyöryrantojen suojauksessa, ryhdyttiin kesällä 1950 suorittamaan vyöryrantojen vahvistuksia eri osissa Oulujärveä. Nämä vielä kokeiluluonteiset toimenpiteet kohdistettiin sellaisiin asutusten lähellä oleviin vyöryrantoihin, joissa vyöryminen oli ollut voimakasta ja joissa sen pysäyttäminen oli tärkeätä. Yleensä nämä törmäosuudet edustivat tyvenkorkeudeltaan alimpia törmämiä. Vahvistustöiden suorittajiksi pyrittiin saamaan asianomaisten rantatilojen omistajat, koska heillä oli kiinnostusta asiaan ja he saattoivat paremmin samalla loiventaa ylijyrkkiä törmänosia ja poistaa vaarallisia ulokkeita, saat-taakseen rannan törmän käyttötarkoituksiaan vastaavaksi. Tällaisiin rantojen suojauksen vaatimiin perustaviin töihin olisi ollut vaikea ketään velvoittaa.

Yrittäessäni todeta nyt myöhemmin, missä laajuudessa ja millä tavoin näitä suojaustöitä oli eri alueilla vuonna 1950 suoritettu, kävikin mielipahakseni ilmi, ettei asiasta laadittua kokooma-

selvitystä säännöstelytoimiston arkistosta löytynyt. Suojaustöitä valvoneen rakennusmestari Vilho Virtasen muistin mukaan hän oli laatinut ruudulliselle arkille aukean laajuisen yhdistelmän työkohteista, vahvistustöiden laadusta ja määrästä yms., mikä tähän kirjattakoon viitteeksi niille, jotka toimiston arkistoa ehkä vielä joutuvat käsittelemään. Sanottuja töitä jäljempänä koskevat tiedot rakentuvatkin mainitun henkilön muistinvaraiseen kertomukseen ja hänen kanssaan näihin kohteisiin kesällä 1950 tekemääni matkaan ja tällöin ottamiini valokuviin. Lisätietoa asiaan antaa kylläkin Eino W. Seppäsen kesällä 1953 tekemän matkan lyhyt luettelomainen selostus näiden suojauskohteiden silloisesta tilasta.

Rannansuojaustöitä tehtiin kaikkiaan ainakin 31:ssä eri kohdassa. Painuanlahden, Kuostonsaaren, Manamansalon itärannan ja Ärjänsaaren alueilla suojaustöitä ei tehty. Useimpiin suojauskohteisiin rakennettiin rantaa vastaan kohtisuoraan 10 - 15 m pituiset puusuisteet edellisessä kohdassa mainitulla tavalla. Suisteita tehtiin myös koemielessä sellaisillekin rannoille, kuten Koutaniemen pohjoissivustalle, jossa ei ilmeisesti ollut paljoakaan ajomaa-ainesta suisteiden kerättäväksi. Rinnan suisteiden kanssa suoritettiin myös lepän ja pajunkin istutusta sellaisiin kohtiin, joissa niillä näytti olevan menestymisen mahdollisuudet. Istukkaaksi otettiin lepän ja pajun oksia, ja ne työnnettiin maahan törmän tyveen ja rantaäyrään yläosaan. Myös rannan kiveystä suoritettiin eräillä lyhyillä kohdilla. Vilho Virtasen muistikuvan mukaan rakennettiin Säräisniemen etelärannalle kohtaan, jossa vuonna 1949 oli ollut pahanlaatuinen peltomaan vyöry, 6 suistetta, Manamansalon länsirannalle, Puronrannan tienoille 20 suistetta, saman saaren koillisrannalle Leinosen rannan lähelle 4 suistetta, Sivolanniemen etelärannalle 5 suistetta, Koutaniemen pohjoisrannalle 20 suistetta ja Paltaniemen Hannusrantaan 5 suistetta, tässä vain keskeisimmät kohteet mainittuina. Tallella olevan luettelon mukaan maksettiin 38:lle henkilölle lähinnä työpalkkoina Oulujärven rantatörmien vahvistuskokeiluista 1.6. - 31.8.1950 kaikkiaan nykyrahan arvoon muutettuna melko tasan 50 000 markkaa. Maanomistajien itsensä

suorittamasta suojaustyöstä oli hyötyä myös sikäli että tieto asiasta levisi ja varsin yksinkertaiset ja sanoisinko luonnonläheiset suojausmenetelmät havaittiin tulokselliseksi. Puheena olevana vuonna ei Oulujärven vedenkorkeus ylittänyt korkeutta 122,95. Kun vesi ei seuraavanakaan vuonna noussut tälle tasolle ja kun säännöstely aloitettiin 1.11.1951, eivät vedenkorkeudet ole aiheuttaneet vahinkoa rannanvahvistuksille.

Edellä mainitussa, 25.8.1953 päivätyssä tarkastusmatkan selostuksessa on Eino W. Seppänen todennut mm. seuraavaa: Säräisniemellä suisteita on liian harvassa; niitä on lisättävä. Manamansalolla on kolmessa eri kohteessa suisteet kunnossa, kahdessa kohteessa niitä on rakennettava lisää. Mutoudenlahden erääseen kohtaan on rakennettava suisteet. Paltaniemen Hannuksessa on rantaa kivettävä 150 m ja Leppiniemessä 60 m matkalla. Sokajärven vahvistuksen toteaa rannanomistaja hyväksi. Koutaniemellä on lisättävä suisteita ja istutuksia sekä kivettävä yhteensä 180 m pituinen rantaosuus. Samoin Sivolanniemellä 40 m osuus. Mahdollisena kivensaantipaikkana mainitaan Toukansaari tai Sivolanniemen kärki. Vuoreslahden vahvistukset, joita on osittain kivetty, arvellaan kestävän, samoin Vuolijoen suulla olevat suojaukset. Alassalmen eteläpuolella olevan Hietalahti nimisen lahden rantaa on kivettävä n. 200 m pituudelta. Alassalmen suisteet ja istutukset estänevät vyörymisen. Laiskanselän länsirannalla olevassa Salmenniemessä on suisteita lisättävä ja rantaa kivettävä.

Suojaustoimenpiteistä on vielä mainittava Oulujoki Oy:n toimesta suoritettu Paltaniemen hautausmaan törmän suojaaminen vuonna 1954. Tämä tehtiin ajamalla n. 200 m pituinen kivivalli jonkin metrin etäisyydelle törmän tyvestä. Valli, johon ilmoitettiin käytetyn kiveä 400 k-m^3 on riittävän korkea ja leveä taltuttaakseen voimakkaan aallokon. Tällöin tasattiin myös törmän luiskaa ja siihen rakennettiin kaiteilla varustetut portaat. Läheisen peltomaan törmän suojaustumisesta ruoppausmassoilla on edellä kerrottu.

Arvioitaessa vuonna 1950 tehtyjen vahvistuskokeilujen tuloksia voidaan ensiksikin vuoden 1953 selostuksen nojalla päätellä, että suisteet ja istutukset olivat täyttäneet tehtävänsä, koska niitä suositeltiin yleensä lisättäviksi ja eräissä kohdissa korjattaviksi. Kielteistä ilmaisuja niiden vaikutuksesta ei esitetty. Koutaniemelläkin ehdotettiin suisteita ja istutuksia lisättäväksi ja vain n. 180 m pituista rantaosuutta kivettäväksi.

Edelleen on syytä tuoda esiin se, että kun vesistötoimikunta oli 18.7.1951 antamassaan väliaikaisessa säännöstelyluvassa velvoittanut vahvistamaan eräitä törmäosuuksia suunnitelmassa esitetyllä tavalla, vesivoimatoimikunta säännöstelyn hakijana teki 14.9.1953 vesistötoimikunnalle lähettämässään kirjelmässä esityksen tätä koskevan lupaehdon muuttamiseksi. Koska tämä esitys kuvaa säännöstelyn alkuvuosien havaintoja ja varsin merkittävästi myös rantojen vahvistamiskokeiluista saatuja tuloksia, jäljennetään tähän asianomaisen kohdan perusteluja: "..... Säännöstelyn vaikutuksesta Oulujärven vyöryviin rantatörmäin on väliaikaisen säännöstelyn aikana saatu kokemusta. Tällöin on havaittu, että on ennakolta erittäin vaikeata arvioida, missä paikoissa vyörymiä tulee esiintymään ja missä niiden varalta olisi ryhdyttävä ennakolta ehkäiseviin toimenpiteisiin. Siten ovat hakijan Vesistötoimikunnalle jättämät vahvistussuunnitelmat, jotka perustuvat vuoden 1938 yliveden jälkeiseen tilanteeseen, suurelta osalta osoittautuneet vanhentuneiksi syöpymien esiintyessä nyt muissa paikoissa. Hakijan esittämät risusuisteet ovat menestyneet hyvin hiekkaperäisillä rannoilla, missä ne ovat suotuisilla tuulilla keränneet törmän eteen suojaavan hiekkavallin. Hiesuperäisillä rannoilla ne sen sijaan ovat osoittautuneet tehottomiksi. Tällaisessa maaperässä on pajun ja leppän istuttaminen usein menestynyt. Sitä olisi kuitenkin tehostettava ajoittain, esim. kerran viidessä vuodessa tapahdulla törmän juuren edustan korottamisella puskutraktorin avulla. Edelleen on ilmaantunut kohtia, joita aallokko tiettyillä tuulilla kuluttaa siinä määrin, että syöpyminen voidaan estää vain rannansuuntaisella kivipenkereellä, joka on noin korkeusvyöhykkeellä 123,00 - 122,50 m ja 5 - 15 m törmän

juuren edustalla riippuen törmän korkeudesta. Kivipenkereen ja törmän väli täyttyy vähitellen törmästä valuneesta maasta ja pensoittuu. Jotta kivet eivät painuisi lietteen sisään, on niiden alle syytä asettaa risu- tai olkikerros tahi pitkittäispuut. Tällaista suojusta on n. 40 vuotta sitten rakennettu Paltaniemen Ison-Hannuksen tilan rantaan, missä näin vahvistettu törmä on säilynyt ja hyvin metsittynyt."

Täydentävässä katselmuksessa suoritettiin vielä runsaasti törmien vyörymistä ja muutakin rantaeroosiota koskevia selvityksiä. Pohjois-Suomen vesioikeuden 5.12.1974 antamassa Oulujärven vedenjuoksun säännöstelyä koskevassa lopullisessa ja tältä osin lainvoiman saaneessa luvassa on rantatörmien vahvistamista koskeva velvollisuus pelkistetty näin kuuluvaan, vastuuperiaatteelle rakentuvaan lupaehtoon: "Hakija on vastuussa Oulujärven ja Oulujoella jokiosalla Montta-Madekoski Oulujärven säännöstelyn aiheuttamista rantojen vyörymisestä. Mikäli vyörymä, josta hakija on vastuussa, koskee rakennuspaikan ympäristöä tai muuta siihen verrattavaa erityiseen pysyvään käyttöön otettua aluetta, on hakijan ryhdyttävä sen suojaamista tarkoittaviin toimenpiteisiin".

13.4 TARKOITUKSENMUKAISET SUOJAUSMENETELMÄT

Vyöryrantojen suojaaminen on ollut edellä esillä niin rannanomistajien omakohtaisista töistä kerrottaessa kuin säännöstelijän suorittamien kokeilujen ja rantojen vahvistamistöiden selostuksissa. Lieneekin paikallaan lopuksi laatia näiden nojalla, ottamalla huomioon myös muualtakin saadut kokemukset ja tiedot, tiivistetty yhteenveto sellaisista toimenpiteistä, jotka Oulujärven ja Sotkamonjärvien kaltaisissa olosuhteissa tulisivat lähinnä kysymykseen rantaeroosion uhkaamien kivennäisperäisten rantamaiden suojauksessa. Samat menetelmät soveltuvat luonnollisesti muihinkin vesistöihin, vaikkei tulvahuippuja ole voitukaan alentaa, kuten nyt sanottuissa järvissä. Tämän tiivistelmän ulkopuolelle jätetään vaativimmat rannan tai uoman luiskan vahvistuksessa käytettävät betoni- ja kiviverhoukset, kiviseinämät, turvetukset tms., jotka kalleutensa puolesta tullevat kysymykseen vain

erityistapauksissa. Nyt puheena oleviin olosuhteisiin ne eivät erityisemmin sovellukaan. Seuraavassa esitettyjä menetelmiä voitaisiin melkeinpä kutsua luonnonmenetelmiksi, koska niissä monessa luonto ihmisen tekemän esityön jälkeen suorittaa varsinaisen suojaustyön.

Jäljempänä esitetyt toimenpiteet on nähtävä lähinnä periaate-luontoisina. Työmenetelmään kuten istutustapaan, istutustiheyteen, taimikkojen hoitoon tms, ei ole yksityiskohtaisesti puututtu. Mikäli sanottuja toimenpiteitä jouduttaisiin laajassa mitassa suorittamaan, tulisi turvautua alan asiantuntijoiden apuun ja suoritettuihin tutkimuksiin. Jos kysymyksessä ovat vain rajoitetut suojaustoimet, voitaneen jo allakerrotustakin löytää riittävää ohjetta.

Kivivallit

Milloin kiviä on kohtuullisin kustannuksin paikalle saatavissa, takaa niistä rantaäyräälle kasattu kivivalli törmälle pysyvän suojan. Valli tulee rakentaa jonkin metrin verran törmän tyvestä ulospäin, jotta kivivallin ulkoluiskassa tyrskeyntyneen veden pärskeet eivät yllä törmää huuhtelemaan. Kivien alle on syytä kerätä risutusta kivien maahanpainumisen estämiseksi. Tämä suojaa myös rantaäyräitä veden uurtautumiselta kivien alle, joskaan mainittavampaa vaaraa ei tästä liene, koska kivitäyte painaa kolot umpeen. Kivitäytettä voidaan aina tarvittaessa korottaa. Kivivalli muodostuneen yleensä melko tiiviiksi aallokon mukana kulkeutuvan maa-aineksen täytettäessä kivien välejä. Rakenteen korkeus ja leveyskin riippuvat paitsi edessä olevan ulapan laajuudesta, myös rantaäyrään ja purkutason korkeus- ja kaltevuussuhteista, koska näillä on vaikutusta ranta-aallokon korkeuteen. Kivivallin tulee olla niin korkea, ettei korkeinkaan aallokko pääse sen yli.

Koska törmästä ajan mittaan joko törmän ylijyrkkien seinämien laukeamisen tai sateen tahi roudankin vuoksi voi useastikin valua alas maa-aineksia, jäävät ne törmän tyven sekä kiviluiskan väliseen painanteeseen. Tämän vähitelleen kas-

vaessa loiva rinne tarjoaa puustollekin hyvän jalansijan. Mäntykin voi jo tähän tukevasti juurtua. Maisemallisestikin voi näinkin karulla tavalla suojattu ranta kehittyä edulliseen suuntaan. Hyvänä esimerkkinä kivivallista on Paltanien vanhan hautausmaan törmän vahvistus. Se edustaa mitoitukseltaan kylläkin varsin suureen varmuuteen pyrkivää rakennetta, kuten tällaisessa tapauksessa kuuluukin.

Rantasuiste

Niillä rannoilla, joilla on rantaa pitkin kulkeutuvaa ajo-hiekkaa, on rantaa vasten kohtisuoraan rakennettu 10 - 15 m pituinen rantasuiste tehokas rannansuojauskeino. Tämän käytön edellytykset ovat todettavissa siitä, kerääntykö rantaan vedetyn veneen, poikittaisen tukin tms. esteen sivustalle tai molemmillekin puolille hiekka- tai hietavallia. Rantojen vyörymisen vaimennuttua säännöstelyn johdosta on vedessä kulkeutuvan maa-aineksen määrä entisestään vähentynyt. Rantasuisteen tarkoituksena on rantaäyrään kasvattaminen sanotulla maa-aineksella. Kun rantasuiste on päässyt keräämään sivuilleen hiekkakaarten, on suiste tavallaan tehnyt tehtävänsä, sillä näin on muodostunut niemeke, joka puolestaan kerää tyveensä hiekkaa. Jos kiviä on helposti saatavissa, voidaan suiste kasata kivistäkin risutuksen päälle. Suiste on kuitenkin tiivistettävä mättäillä tai muulla sellaisella, niin, ettei hiekka pääse huuhtoutumaan lävitse. Rakennetta voidaan tukea sivuiltaan paaluilla ja riu'uilta ja siihen voidaan käyttää risutustakin, mutta rakenteen ulkonäköä tämä kylläkin huonontaa. Kivien puuttuessa saadaan sama tulos aikaan sentapaisella pystypaalutuksen lomiin pujotetulla risuseinämällä, jota on edellä kohdassa 13.3 selostettu. Suisteen tulee lähteä törmän tyvestä. Sen ylälaidan ei tarvitse ulottua 0,2 - 0,3 m ylivettä korkeammalle.

Rannan suojaamistarpeesta riippuen suisteita voidaan rakentaa useampiakin. Niiden sopivin väli riippuu paikallisista olosuhteista ja se on tapauskohtaisesti harkittava. On otettava kuitenkin huomioon, että jos hiekka kulkeutuu yleensä

vain yhdeltä suunnalta, tämäntapaiset suisteet rajoittavat hiekan kerääntymistä tuulen suuntaan nähden alapuolisille suisteille. Näin ollen pitkät suisteet, joita varsinkin jäät muutenkin runtelisivat, eivät ole tässä mielessä taroituksenmukaisia. Suojauksen kannalta tärkeimmälle rannankohdalle tulisi ensiksi rakentaa pääsuiste ja muita tarpeen mukaan. Jos hiekan kulkeutuminen on yksisuuntaista, saadaan tuulen puolelle ajan mittaan hiekkakaarre ja alapuolelle mahdollisesti syvempi poukama. Tietyissä tapauksissa voi viimeksi mainitulla osalla ilmetä eroosiota, jonka kehitystä on tarkkailtava. Suisteita on hoidettava ja korjattava tilanteen vaatimalla tavalla.

Rantaäyrään korotus

Varsinkin Oulujärvellä on monia rantaosuuksia, joissa rantaäyräs on huonosti kehittynyt ja törmän tyvi tämän johdosta alhaalla. Näin on asianlaita etenkin silloin, kun törmästä alas valunut hienojakoinen maa-aines huuhtoutuu veteen ja kulkeutuu pois eikä uutta karkeampaa ainesta ajaudu törmän alle. Jos rantaan yleensä osuu sivutuulia ja vesi pysyy pitkään samalla korkeudella, leikkaa vesi jatkuvasti äyrästä eroosiorrastuman saavuttaessa ajan mittaan törmän tyven. Näin on saattanut käydä säännöstelyn aikana sellaisillakin kohdin, jossa ei ilmennyt aikaisemmin mainittavaa rantaeroosiota. Tällaisella rannalla osoittautunee rantaäyrään korottaminen maalla tarkoituksenmukaiseksi suojausmenetelmäksi. Tarvittava täytemaa on monesti helpoimmin saatavissa rannan edustalla olevasta purkutasosta, joka maalajiltaan on tähän sopiva. Rantaäyrästä ei saa työntää maata törmän alle eikä purkutasostakaan saa maata siirtää niin läheltä tai sillä tavoin, että se vedensyvyyden suurentumisessa vaikuttaisi ranta-aallokkoon. Esimerkiksi veneväylän syventämisestä saataisiin sopivasti maata rantaäyräksi. Työ olisi tehtävä alkukesällä järven veden ollessa vielä alhaalla. Kun purkutason maa-aines on tällaisilla alueilla yleensä hieta- ja hiesupitoista, lasehtii kaivumaa pian melko tasaisesti, joskin alkutasoitus on paikallaan. Aallokon vaimentamisen kannalta

tulisi rantaäyräs tehdä tasaisesti kaltevaksi ja täytemaan olisi törmän tyvessä noustava Oulujärvellä lähes korkeudelle 123,60 saakka. Uuden rantaäyrään kestävyysvarmistamiseksi on monestikin aihetta tehdä siihen istutusta, mahdollisesti nurmetustakin. Tällainen maapohja näyttää nopeasti kasvittuvan luonnostaankin.

Rantaäyrään korotukseksi sopii luonnollisesti muualtakin tuotava täyttömaa. Jos maa-aines on kuitenkin kovin hiekkaperäistä, on huolehdittava rantasuistein tms. rakentein siitä, ettei ajomaa pääse kulkeutumaan pois. Rantasuiste saattaa olla joskus tarpeen edelläkin käsitellyssä tapauksessa. Melko tavallista on, että rannanomistajat käyttävät törmän alustaa kaatopaikkanaan ajaen sinne kaivumaata, kiviä, kantoja tms. Tämä työ tulisi useastakin syystä suorittaa järjestelmällisemmin kuin yleensä on ollut tapana.

Istutus

Milloin rantaeroosio osoittautuu niin suureksi, että vesi uhkaa ennen pitkää törmän tyveä tai milloin rantaäyrästä on täytemaalla korotettu, on syytä lujittaa äyrästä puiden ja pensaiden istutuksella. Istutuksen leveys riippuu suojaustarpeesta, mutta monesti jo 4 - 5 metrinkin vyöhyke on riittävä. Istutus pitäisi tiheyden puolesta keskittää erityisesti etureunaan eroosioporrastuman tienoille, koska taustaosalle jää enemmän aikaa luonnolliseenkin juurettumiseen. Törmän luiskan juurtakin on syytä istutuksilla vahvistaa, mutta ylemmäksi törmän luiskaan ei istutusta kannata tehdä, koska törmän vakavuuden määrää tyviosa.

Istutuspuulajiksi soveltuu parhaiten paikallinen harmaa-leppä. Sen istukkaita on helposti saatavissa, ne juurettuvat voimakkaasti ja niiden juuristo sitoo hyvin maapohjaa. Havainnot ovat osoittaneet, että jos maaperässä on liki kolmannes hietaa tai sitä hienojakoisempaa maa-ainesta, leppä menestyy hyvin. Milloin rantaäyräessä on lajittunutta hiekkaa, ei istutus onnistu, ellei sitä uloteta tiiviimpään pohjakerrok-

seen, jossa myös kosteussuhteet ovat taimettumiselle edullisemmat. Istutusta varten voidaan kaivaa kuoppia tai ajaa vakojakin. Oulujärven ranta-asukkaiden kokemusten mukaan on parempi, jos istukkaaseen saadaan myös pääjuurta mukaan ja istutus tehdään aikaisin keväällä, mutta syysistutuskin onnistuu.

Vaikkakaan pajukko ei luo vettä vastaan niin tukevaa suojaa kuin lepikko, ön pajunkin istutus suositeltavaa. Paju juurtuu ja haaroittuu nopeasti jo oksastakin. Sen istutus on nopeaa käyttämällä apuna "rautarassia". Istutus tulisi suorittaa lehdettömistä oksakkaista. Huonoon maahan istutettaessa olisi syytä ottaa istukkaaseen pääjuurta mukaan. Tärkeätä on, kuten edelläkin, että istukkaat yltävät hienojakoiseen maaperään. Istukkaiksi sopivat hyvin Oulujärven rannoilla yleisesti kasvava kiiltolehtinen paju ja pohjanpaju. Mainittakoon, että Evon riistantutkimusasemalla tehdyissä alustavissa kokeissa, jotka koskivat pajukkojen kehittämistä pistokkaista, osoittautui kiiltolehtinen paju muita pajulajeja elinvoimaisemmaksi, joskin koripaju oli lähes samaa luokkaa (Seiskari, Suomus 1957). Näissä kokeissa pistokkaat, jotka katkaistiin lehdettöminä 30 cm pituisiksi ja 0,5 - 5 cm läpimittaisiksi kepakoiksi, työnnettiin vinottain maahan siten, että noin kolmames jäi maanpinnan yläpuolelle. Kokeissa osoittautui syysistutus kevätistutusta paremmaksi. Edelleen todettiin se, että ohuemmat istukkaat olivat elinkykyisempiä kuin vahvemmat ja että latvaverso lähtee huominkin kasvuun kuin sivuhaaratomaksi karsittu latvaton pistokas. Pajukkojen istutuksista on nykyisin saatavissa runsaastikin uutta tietoa erityisesti ns. energiametsiin kohdistuvasta koetoiminnasta. Sanotunlaista tutkimusta on laajemmassa mitassa suoritettu Metsäntutkimuslaitoksessa vuodesta 1978 lähtien ja Imatran Voima Oy:n toimesta vuodesta 1983 alkaen (Jaatinen 1984).

Rantaäyrään pajuttamisessa ei suinkaan pidä unohtaa sitä mahdollisuutta, mitä esim. peltomaiden avo-ojien aukaisu monesti tarjoaa. Etenkin ojien varsilta juurineen poistettavat pajupensaat ovat luonnollisesti mitä parhainta istutusainesta.

Ne on syytä jakaa pienempiin osiin ja niiden versoja tulee myös typistää. Istutuksen tulisi tapahtua riittävän syvälle.

Männyn istuttamiseen ei nyt puheena olevassa tarkoituksessa ole käsitykseni mukaan aihetta. Männyn istutuksen onnistuminen olisi epävarmaa, eikä sen juuristokaan sido hyvin kasvupohjaa. Mäntyä ilmestyy kylläkin helposti hiekkaisiin törmisiin, missä se varvikon ohella suojaa törmien luiskaa. Pitkähkö puusto törmän luiskassa on kuitenkin erittäin altista tuulelle ja tuulikaadot rikkovat pintakerroksen. Runsaat sateetkin voivat aiheuttaa törmässä liukumia. Kypsyneelläkään vyörytörmällä ei ole katsottava olevan sanottavaa metsätaloudellista merkitystä arvopuun tuottajana.

Nurmetus

Rantaäyrään keinotekoinen nurmettaminen tullee kysymykseen vain poikkeuksellisesti. Jos törmän päältä lohkeilee alas peltomaalta nurmimättäitä tai törmän räystäitä on tasailtava, on tämä maa syytä levitellä törmän tyven suojaksi. Mättäiden entinen juuristo edistää nurmettumista. Heinänsiemenen kylvö ei vastanne tarkoitustaan tällaisessa tapauksessa. Sen sijaan näkisin varteenotettavana keinona edellä mainitun nurmettumisen tehostamiseksi, että milloin pelloilta vielä nykyoloissakin tulisi juolavehnää hävitettäväksi, sen juurakot soveltuisivat hyvin rantaäyrääseen törmän tyveen istutettaviksi. Juolavehnähän viihtyy hyvin laihallakin maalla ja sen juurakot kasvavat pitkiksi. Kun juurakoiden nivelväli on tavallisesti 3 - 4 cm pitkä ja jokainen nivelväli voi versottua, olisi juurakot istutettaessa syytä silputa palasiksi. Jonkin verran multausta tällainen istutus kaipaa (Teräsvuori 1927, 1933). - Varsinkin Keski-Euroopassa lento-hiekan sitomisessa käytetty, syvälle hiekkaan rönsyjä kasvattava rantakaura ei Oulujärven tienoilla menesty. Sen sijaan voisi Pohjanlahden hietikkorantojen vastaavanlaisella rantavehnällä olla kasvuedellytyksiä. Tällä kysymyksellä ei liene käytännön merkitystä.

Rantaäyrään korottamiseen käytetty hienojakoinen täytemaa ei yleensä heinittämistä kaipaa. Kun tällä korkeustasolla kasvuolosuhteet vedenkorkeuksien osalta pysyvät vuodesta toiseen lähes samankaltaisina, ilmestyy siihen nopeasti sel-laista pintakasvillisuutta, joka parhaiten viihtyy tuonkal-taisessa tilassa. Esimerkiksi rantamatara, jokapaikan sara, eräät kastikkalajit ja järvikortekin ovat löytäneet Oulujär-ven rannoilta hyvän kasvupohjan tietyissä olosuhteissa.

14 K A T S A U S V Y Ö R Y R A N T O J E N S Ä Ä N N Ö S T E - L Y N A I K A I S E E N T I L A A N

Selvityksen rajoittuminen Oulujärven ja Sotkamonjärvien luon-nonvaraisiin olosuhteisiin edellyttäisi aiheen käsittelyn päättymistä jo tähän. Kuitenkin mielii lopuksi luoda yleis-piirteinen silmäys nykytilanteeseen lähinnä sen toteamiseksi, miten säännöstelysuunnitelmassa asetetut tavoitteet ja toi-veet vyörymisilmiön taltuttamiseksi ovat täyttyneet ja mitä uusia näkökohtia ja seurauksia on tullut esille säännöstelyä toimeenpantaessa. Omakohtaisia tutkimuksia ei asiasta ole. Käsitykseni perustuvatkin eri tahoilla suoritetuissa ranto-jen tarkkailuissa ja tutkimuksissa saatuun aineistoon. Vuon-na 1975 suorittamallani kolmella eri matkalla Oulujärvelle ja Sotkamonjärville sain kuitenkin varsin havainnollisen yleis-kuvan tilanteesta. Päähuomio kohdistui luonnollisesti niihin vyöryranta-alueisiin, joista tässä selvityksessä on ollut kysymys. Kuitenkin tohdin lausua myös eräitä ajatuksia Oulu-järven rantojen kehittymisestä niiden tutkimusten valossa, joista esiteltyjä ennakkotietoja pidetään suuntaa-antavina tulevalle Oulujärvelle. Tämän luvun otsikon aihetta lähestyn eri näkökulmilta.

14.1 VESIOIKEUDELLINEN RATKAISU

Edellä on jo kerrottu, että Oulujärven säännöstelyn, joka aloitettiin 1.11.1951 väliaikaisen luvan rajalla, lopulli-nen vesioikeuden lupapäätös sisälsi vastuuvelvoitteen vain rantojen vyörymisen osalta. Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksessä 16.12.1976 ei sanottua lupaehtoa muutettu. Oikeu-

dellisen käsittelyn eri vaiheissa tuomioistuimet ovat pitäneet katselmuksia ja tarkastuksia Oulujärven ranta-alueilla.

Vyörymisilmiön kehittymisen seuraamiseksi oli Oulujoki Oy:n toimesta jo ennen täydentävää katselmustoimitusta vuosina 1953 ja 1958 ryhdytty suorittamaan vyöryrantojen kartoitusta pääasiassa Säräisniemen, Koutaniemen ja Paltaniemen vyöryrannoilla. Tämä paalutukseksi nimitetty toimenpide tarkoitti kiinteiden, rannansuuntaisten tarkistuslinjojen merkitsemistä maastoon, johon törmän mahdollista siirtymistä voitaisiin verrata. Näitä paalutuksia on sittemmin jatkuvasti lisätty niin, että niiden linjojen kokonaispituus yksin tämän selviytyksen rajaamalla vyöryranta-alueella lähentelee 50 km. Linjauksia hoidetaan jatkuvasti ja lisätään tarvittaessa. Toistaiseksi ei ole ilmennyt sellaisia tapauksia, joissa puheena olevaan tarkkailutoimenpiteeseen nojautuen olisi jouduttu esittämään näyttöä vyörymisen laajuudesta. Säännöstelyn aloittamisesta lähtien on kylläkin tehty myös rantojen vyörymistä ja eroosiota koskevia korvaussopimuksia.

Esitetty aineisto ja suoritettut havainnot osoittavat, että säännöstely on kokonaisuuteen nähden vaikuttanut rantojen vyörymiseen hillitsevästi - ehkä voimakkaamminkin kuin alkuun saatettiin odottaa. Poikkeuksena tästä on kuitenkin eräs toisenlainen toteamus. Vesiylloikeus, jonka käsiteltäväksi hallinnollinen lupapäätös korvausten osalta tehtyjen valitusten osalta siirtyi, katsoi nimittäin 22.1.1982 antamassaan päätöksessä Oulujärven säännöstelyn lisänneen rantojen luonnollista vyörymää erään valittajan tilan kohdalla Koutaniemellä ja määräsi tästä korvauksen. Tämä rantaosuus kuuluu siihen alueeseen, jonka törmän siirtymisestä isojaon jälkeen olen piirroksessa 33 tehnyt vertailun. Sen perusteella törmän siirtymä ennen säännöstelyä on runsaan sadan vuoden aikana ollut 20 - 30 m.

Sotkamon järvien säännöstelyn lupakäsittelyssä ei rantojen vyöryminen ole tuonut esiin erityiskysymyksiä. Vastaava lupaehto rakentuu Oulujärven lupapäätöksen tapaan vastuuvaikeutteen mukaisesti.

14.2 VYÖRYTÖRMIEN TILA

Kesällä 1975 tekemäni matkat kohdistuivat Ärjänsaarta luon ottamatta vyörymisilmiön kannalta keskeisimpiin kohteisiin. Havainnot olivat silmävaraisia ja monin valokuvain ikuistettuja. Seuraavassa luon yleiskatsauksen havainnoistani ja saamistani vaikutelmista.

- Painuanlahden ranta oli ainakin pohjois- ja länsiosaltaan kauttaaltaan lepittynyt ja nurmettunut. Sen edustalla oli vahvaa ruokokasvillisuutta.
- Säräisniemen pohjoissivu oli lähes kokonaan metsittynyt. Nuorta mäntyäkin kasvoi törmän rinteessä. Nimisjärven suunnalla olevissa hiekkakaarteissa oli eroosioporrastumia. Säräisniemen eteläranta, joka on maaperältään pohjoisrantaa hienojakoisempaa, näytti edelleenkin olevan jonkin verran altista vyörymiselle, sillä törmän tyvi oli vain vähän säännöstelyn ylärajaa korkeammalla. Vyöryminen olisi ilmeisestikin helposti hallittavissa lyhyillä suisteilla, koska Olkkolanniemestä käsin kulkeutui edelleenkin pitkin rantaa hiekkaa, joka oli eräässä kohdassa kasautunut pitkähäköksi niemekkeeksi. Tämän rantaosuuden länsipäässä olevan Korpirannan tilan ranta, jolla oli ollut vuosina 1943 ja 1949 erittäin voimakasta peltomaan vyöryä, oli täysin asettunut. Paikalla oli vielä jälkiä vuonna 1950 rakennetuista 5 - 6 suisteesta, joille kohdille oli vielä myöhemmin kasattu kiviä. Rantaan oli tehty myös istutuksia.
- Manamansalon länsirannan Puronrannan tilojen kohdilta olivat vyöryongelmat poistuneet. Törmässä kasvoi leppää, rantaäyräs oli heinittynyt ja purkutasollakin oli varsin runsas kasvillisuus. Kasvittumisen sanottiin osittain johtuneen suokuivatuksen yhteydessä ojista järveen juosseesta ravinnepitoisesta vedestä ja liettesteestä. Näkyvissä oli vielä jätteitä vuoden 1950 suisterakenteista, joiden paauluissa oli vielä kiinnittämiseen käytettyjä 6 tuuman takonauloja. Vuonna 1974 vesi oli kovertanut pienen loven Laitilan tilan saunarantaan, mikä osoittaa, ettei törmän tyvi ole paljoakaan ylempänä säännöstelyn ylärajaa. Puronrantaa pohjoisempana olevan valtionmaan törmä oli suurimmalta osalta paljaana. Lievää vyörymistä saattaa tietyillä rantaosuuksilla vielä ilmetä, mutta tuuli ja sadekin osaltaan vaikuttavat siihen, ettei kasvillisuus pääse juurtumaan törmään. Teeriniemen leirintäalueella kävijöillä on tilaisuus ihailla niemen pohjoispuolelta alkavaa Oulujärven tyyppillistä vyöryrantaa edustavaa Pantiontörmää, kun taas sanotun niemen etelänpuoleinen hiekkakaarteinen lahdeke muodostaa mainion uimarannan.
- Manamansalon koillisosan Martinlahden rannat olivat pysyneet vyörymättä ja niissä oli voimakasta leppäkasvillisuutta.

Sen sijaan Soiluanniemen puoleisella rannalla oli matalahkossa hiekkatörmässä eräillä kohdin pientä vyöryä.

- Manamansalon itärannan Paljakan alue oli saanut törmän rin-teisiin paljon uutta noin 10 - 15 vuotiasta mäntytaimikkoa, joskin korkeimman kohdan ylärinne - ehkä tuulista johtuen - oli paljaana. Poikkeuksena tämän ranta-alueen kehittymisel-le oli kuitenkin eräs n. 1,5 km Harjanniemestä pohjoiseen oleva kohta, joka vuonna 1971 oli jonkin verran vyörynyt. Vuonna 1974 oli vyörymistä vielä jatkunut. Tällä likipitäen 100 m pituisella ja 2 - 3 m korkuisella törmäosuudella maalaji osoittautui lähirannan maaperää hienojakoisemmaksi. Maalajinäyte sisälsi hiekkaa 6 %, hietaa 59 %, hiesua 29 % ja savea 6 %. Käydessäni tällä paikalla uudestaan saman kesän elokuussa perehtyäkseni tilanteeseen tarkemmin, to-tesin kalastajien käyttäneen rantaa venevalkamana, johon oli kasautunut melko karkeasta hiekka-aineksesta hiekkavalli. Näytti siltä, että tämä valli saattaisi suojata törmää ve-den ollessa ylärajallaankin. Mielestäni hiekan kasautumisen olivat pääasiallisesti aiheuttaneet rantaan vedetyt veneet ja ilmeisesti myös rantaäyräälle suistuneet puut. Mikäli sanottu rannankohta olisi tarpeen keinotekoisesti suojata, pitäisin tarpeellisena selvittää lähemmin suisteiden käyt-tömahdollisuus, ennen kuin lähdetään rakentamaan kivivallia, jonka aines on kaukaa haettava.
- Alassalmen lähistöllä olevan Keräsenlahden peltorannoilla oli aikanaan vahvistettu rantoja istutuksin. Toimenpide on ollut tuloksellista ja jatkuvastikin on tarpeen vaatiessa törmään työnnetty leppä- ja pajukepakoita juurtumaan.
- Vuoreslahdessa oli jo ennen säännöstelyn aloittamista Kan-nas-nimisen tilan ranta suojattu kivivallilla. Nyttemmin tätä kivivallia on vielä vahvistettu ja sitä on jatkettu pääasiassa etelään päin usean sadan metrin pituudelta. Tämä yhdessä Paltaniemen vanhan hautausmaan rannan kanssa on nykyisin lujimmin suojattu Oulujärven törmä.
- Sivolanniemen eteläsivulla oli vielä joissakin kohdin vyö-rylle altista törmää. Erään huvilan rantaa lähellä Kouta-lampea oli vahvistettu törmän tyveen ajetulla kiveytyksellä. Se oli kylläkin suojannut törmää, mutta mielestäni tarkoi-tuksenmukaisempaan tulokseen olisi päästy, jos tuosta kivi-aineksesta olisi koottu rantaa vastaan kohtisuoraan oleva suiste, jolloin sen järvenselän puoleiselle sivulle olisi ilmeisestikin saatu hiekkainen poukama ja toiselle puolelle sopiva venevalkama.
- Koutaniemen pohjoisrannan törmät olivat lähes kauttaaltaan lepittyneet. Tätä rantaa oli vaikea tuntea entisekseen. Peltojen vyörymisvaaraa ei enää ollut. Koutaniemen edustan rantaäyräällä ja purkutasolla oli ilmaantunut jonkin ver-ran kasvillisuutta.
- Paltaniemen alueella en avovyöryjä tavannut. Hautausmaan suojaksi rakennettua kivivallia on tietämäni mukaan vielä jatkettu seurakunnan toimesta niin, että

tätä valliä on kaikkiaan n. 400 m pituudelta. Paltaniemen edustan rantaäyräs ja purkutaso olivat osittain kasvittu-
nutta, voimakkaimmin Sutelan suunnalla. Myös Hannusrannan
törmät olivat käymissäni kohdissa täysin kypsyneet. Niil-
le oli vuonna 1950 rakennettu suisteita ja suoritettu is-
tutuksia.

Tehdyt havainnot oikeuttanevat päättelemään, että Oulujärven
rantojen vyöryminen sen varsinaisessa merkityksessä on sään-
nöstelyn aikana valtaosaltaan pysähtynyt. Tämä koskee myös
aikaisemmin vyörylle herkimpiä rantaosia, kuten Koutaniemen
törmä. Jos pitäisi lausua numerollisia arvoja tilanteesta,
arvelisin vyörymiselle vielä alttiiden törmien rantapituuden
asettuvan 5 - 10 km välimaille. Näilläkin rannoilla vyöry-
misen määrä jäänee selvästi luonnontilaista vähäisemmäksi.
Säännöstelyn aikana rantavoimat ovat rantaveden syvyyden pie-
nentymisen vuoksi heikompia kuin ennen ja ylivesien pysy-
vyys ei näytä muodostuvan kovin pitkäaikaiseksi, koska veden-
korkeutta ei pidätellä jatkuvasti ylärajalla. Tämä merkitsee
sitä, ettei vyöryminen voi minään vuonna saavuttaa sellaisia
mittasuhteita kuin luonnonvaraisten tulvahuippujen aikana.
Tästä ei kuitenkaan saa tehdä sitä johtopäätöstä, että Oulu-
järven harjurantojen vyöryminen olisi jo kokonaan mahdolli-
suuksien ulkopuolella. Saattaa käydä niin, että epäsuotuisis-
sa olosuhteissa rantaäyrään kuluminen voi jollakin kohdin
muodostua niin voimakkaaksi, että vesi törmän tyveen uurtau-
tumalla horjuttaa sen vakavuuden ja laukaisee jo kypsyneenkin
törmän rinteeseen. Tämän vuoksi on jatkuvasti tarkkailtava
rantaeroosion kehitystä ja tarvittaessa ryhdyttävä asian vaa-
timiin toimenpiteisiin. Tällöin tulisi olla selvyys mahdol-
lisista suojaamistoimenpiteistä. Tällainen tilanne ei merkitse
vielä sitä, että velvollisuus tähän kuuluisi säännöstelyn hal-
tijalle vastuuvetoitteen nojalla. Kysymyshän on säännöste-
lyn aikaansaamasta rantojen vyörymisestä tai sen aiheutta-
masta vyörymisen voimistumisesta luonnontilaiseen aikaan ver-
rattuna.

Säännöstelyn vaikutuksia Oulujärven rantoihin on tutkittu
myös Oulun yliopiston ja Oulujärven ympäristökuntien vuonna
1978 käynnistämänä yhteisprojektina. Tästä tutkimuksesta

olen saanut nähtäväksi kaksi osaraporttia, jotka sisältävät ennakkotietoja suoritettavasta tutkimuksesta. Puuttumatta näihin tässä enemmälti totean, että Vaalan kunnan aluetta koskevan tutkimusselostuksen (Keränen 1980) yhteenvedossa todetaan: "Yliveden laskun seurauksena on harjujakson yhteydessä olevien lajittuneeseen ainekseen muodostuneiden kulumusrantojen vyöryminen loppunut lähes täysin. Vielä jäljellä olevien aktiivisten rantaosuuksien kulumisen johtuu osaksi muista tekijöistä kuin aallokon kulutuksesta". - Toisena tutkimuskohteena on ollut Kajaanin kaupungin alue. Tämän tutkimuksen, jonka pääpaino on rantojen kasvillisuudessa, osaraportissa (Åman, Oilinki, Saralampi 1981) todetaan sen johdannossa, että vuoden 1951 jälkeen, jolloin Oulujärvi on ollut säännösteltynä, ei rantojen kulumista ole havaittu. Muualla osaraportissa mainitaan, että hiekkaharjujen eroosiorannat ovat kuluneet törmiksi, joista tosin enää aktiivisia ovat Ärjänsaaren ja Sivolanniemen törmät, ja että vesistön säännöstely edistää osaltaan sekä eroosio- ja akkumulaattioprosesseja. Tähän tutkimusraporttiin palaan vielä tuonnempana.

Sotkamon järvet

Syksyllä 1975 Nuasjärven ja Sapsojärven vyöryalueille tekemälläni käynnillä totesin mm. seuraavaa:

- Nuasjärvellä oli paljaana olevaa vyörytörmää todettavissa Rönnynniemen ja Kekkolanniemen välillä eräissä kohdissa sekä Huuskonniemen eteläsivulla jonkin verran enemmän. Vyöryminen on kuitenkin melko hitaasti etenevää. Nämä vyöryt olisivat ilmeisestikin helposti suisteilla hallittavissa. On esitetty ajatuksia, että erikoisesti Huuskonniemen ranta tulisi säilyttää tuollaisenaan edustamaan vesistölle tunnusomaista vyöryrantaa. Kekkolanniemen kärki, jossa aikanaan oli rajua vyöryä, oli sen sijaan täysin metsittynyt. Tähän oli olennaisesti ollut vaikuttamassa se, että ao. tilan omistaja oli arvokkaan peltolohkon törmään ajanut runsaasti kiviä, rakennus- yms. jätettä. Samoin oli täysin lepittynyt Huuskonniemen itärannan poukaman korkeahko tiivisräpääinen törmä, joka vuonna 1939 oli varsin lohduttoman näköisessä tilassa. Paikalla oli nyt huviloita. Yleiskuvaksi muotoutui se, ettei säännöstelyn vyöryä hillitsevä vaikutus ole ollut Nuasjärvellä suhteellisesti niin tuntuva kuin Oulujärvellä. Syyt tähän ovat löydettävissä vedenkorkeussuhteiden luonteeltaan poikkeavista muutoksista.

- Sapsojärven puolella olivat Kuusiniemen törmät täysin kypsyneet, johon oli jo selviä merkkejä vuonna 1945. Sotkamon keskustan kohdalla olevat korkeat Hiukan törmät olivat entiseen tapaan paljaina, koska tämän uimaranta-alueen hiekkaiset rinteet ovat lasten ja aikuistenkin mieluisia kiipeilypaikkoja. Hiukasta itään Sapsonperälle päin sijaitsevat rantatörmät olivat metsittyneet. Vain harvoja aukeita laikkuja saattoi niiden rinteissä erottaa, mutta nekään eivät johtuneet vyöryistä. Lähellä Hiukkaa olevaan Rytilahteen oli kasvanut nimensä mukaisesti järviruokoa.

14.3 Oulujärven rantaeroosio

Säännöstelyhankkeen vesioikeudellisessa toimituksessa on käsite rantojen vyöryminen ulotettu sisällöltään laajemmaksi kuin tässä selvityksessä. Siihen on luettu kuuluvaksi kaikenlaatuisten rantojen vyöryminen, kuluminen ja syöpyminen, mikäli tätäkin ilmaisuhaluttaisiin käyttää. Yhteiskäsitteenä tälle ilmiölle sopii rantaeroosio. Mainitusta seikasta johtuen eivät esimerkiksi katselmustoimituksessa suoritettujen törmän tyven korkeutta koskevat vaaitustulokset ole vertailukelpoiset tämän selvityksen tuloksiin.

Säännöstelijälle asetettu vastuu säännöstelyn aiheuttamasta rantojen vyörymisestä - rantaeroosiosta - koskee kaikkia Oulujärven rantoja ja siis harjurantojen ohella myös suo-, moreeni- ym. maiden rantoja. Tämän vuoksi Oulujoki Oy:n puolesta aika-ajoin toimitettu rantojen tarkkailu on kohdistunut koko järven alueelle. Rantojen tilaa koskevia selvityksiä ovat laatineet dipl.ins. Eino Sirkeinen ja rak.mest. Pentti Mäki.

Tarkkailussa on todettu, että rannoille on varsin yleisesti muodostunut veden kuluttamia porrastumia, jotka eräissä tapauksissa voinevat olla alkuna rantojen voimakkaammallekin eroosiolle. Näitä porrastumia on ilmaantunut etenkin melko suojaisten lahtien rannoille, mikä osoittaa, ettei niinkään ole kysymys korkean ranta-aallokon vaikutuksesta, vaan veden hivuttavasta kulutuksesta. Liekö sitten osuutta jääpaineen vaihteluillakin, joiden voima korostuu suppeilla vesialueilla. Ainakin tässä vaiheessa näen sanotun ilmiön vielä nuoren

Oulujärven pyrkimyksenä luoda rannoilleen uusi pysyvä ranta-muodostuma, rantaporras. Luonnonvaraisissa järvissämmehän vastaavaan työhön on kulunut satoja, tuhansiakin vuosia.

Oulujärvi on vedenkorkeuden muutosten vuoksi oleellisesti uusiutunut ja tätä uutta olotilaa on kestänyt vasta runsaat 30 vuotta. Vedenkorkeusvaihteluiden rytminmuutoksesta puhuu mm. se, että säännöstelyn aikana on avovesikauden keskivesi ollut likipitään sama kuin luonnontilainen koko vuoden keskivesi. Säännöstelyssä vuoden keskivesi on puolestaan ollut tätä arvoa n. 0,5 m alempi. Koska Oulujärvessä avovesikauden vedenkorkeusvaihtelut ovat aikaisempaa pienemmät, lienee odotettavissakin, että rantoihin piirtyy entistä selvemmin erottuva rantaporras. Maaperästä riippuu, miten nopeasti pysyvä tila saavutetaan. Löyhässä maaperässä rannan kulumista voi jatkua pitkäänkin. Turvemaan rantaeroosio tulee varmaan edelleenkin jatkumaan. Kysymys on kai vain siitä, hidastaako vai edistääkö säännöstely näiden suorantojen veden huuhtoutumista.

Rantojen tarkkailussa on käynyt myös ilmi, että verraten runsaasti on rannoilla suoritettu vahvistustöitä. Ne ovat rakenteeltaan olleet paljolti sen laatuaisia, että on ollut vaikea päätellä, missä määrin törmien edustoja on käytetty rakennusmaiden tms. sijoituspaikkoina. Kun huvila-asutus on Oulujärvellä suunnattomasti kasvanut 1940-luvun tilasta, on selvää, että järvenrannalla on runsaasti sanotunlaista ranta-asukkaiden omakohtaista toimintaa. Paikallaan onkin, että rantoja tarpeen mukaan vahvistetaan, mutta tärkeätä on, että nämä työt tehdään tarkoituksenmukaisella tavalla ja ennen kaikkea myös niin, että maisemanhoidon asettamat vaatimukset otetaan huomioon.

14.4 OULUJARVEN RANTOJEN KASVITTUMINEN

Oulujärven rantojen kasvillisuutta järven säännöstellessä tilassa on Oulun yliopiston tutkijoiden taholta eri yhteyksissä selvitetty. Erittäin suuri paino tällä tutkimuksella

on ollut aikaisemmin mainitussa, säännöstelyn vaikutuksia Kajaanin kaupungin alueella koskevassa selvityksessä. Tästä annetun osaraportin (Åman ym. 1981) mukaan on rantakasvillisuuden kehittyminen tällä alueella ollut varsin voimakasta. Tähän on varmaan ollut painavalla tavalla vaikuttamassa näiden rantojen yleensä tiivisperäinen kasvupohja sekä veden laadun kautta Kajaanin kaupungin alueen jätevesikuorma ja osaltaan myös tiheä huvila-asutus. Kasvillisuuden lisääntymisen eräänä syynä koko Oulujärveäkin ajatellen on eräissä yhteyksissä mainittu harjurantojen vyörymisen pysähtyminen. Perusteena tälle käsitykselle on ollut se, ettei luonnontilaisessa järvessä törmistä peräisin oleva rannoille kasautuva maa-aines ole antanut rauhaa ja sijaa kasvillisuuden juurtumiselle. Jos asianlaita on laajalti näin, kasvittumisen estyminen on vaatinut suuria menetyksiä.

Kun rantojen kasvillisuuskysymyksellä saattaa olla yhteyttä vyörymisilmiöön - varsinkin, kun kohteena ovat vyöryrantojen rantavyöhykkeet - ja koska toisaalta vesistöjen rantojen kasvillisuussuhteet ovat olleet keskeisesti esillä toimialaani aikoinaan kuuluneilla vesistötutkimuksilla, etenkin Höytiäisellä ja Kainuussakin (Saukko 1946, 1950) esitän asiasta eräitä ajatuksia, vaikkakaan minulla ei ole paikallista tuntumaa Oulujärvellä vallitsevaan tilanteeseen. Huomioni keskittän kuitenkin vain sanotussa Kajaanin alueen osaraportissa annettuihin ennakkotietoihin.

Kajaanin aluetta koskevassa osaraportissa puhutaan varsin hallitsevasti soistumisesta, jota oletetaan Oulujärven rantojen nykyisen kasvillisuuden nojalla tapahtuneen kolmella lähemmin mainitulla tavalla, joista yksi on vesistön umpeenkasvaminen. Umpeenkasvamisella on tuossa tutkimuksessa tarkoitettu paitsi varsinaista vesistön umpeenkasvua, myös kasvillisuuden lisääntymistä siinä määrin, että varsinainen soistuminen voi olla tulevaisuudessa mahdollista luonnonolojen ja säännöstelyn pysyessä ennallaan. Tutkimusalueen rannoilla todetaan umpeenkasvun olevan lähinnä pohjanmyötäistä. Näissä ilmaisuissa oudoksuttaa erityisesti se, että jo tässä

vaiheessa puhutaan tapahtuneesta rantojen soistumisesta lähinnä umpeenkasvamisen kautta. Olisi odottanut näin alkutiedossa puhuttavan vain rantojen kasvittumisesta, ehkä voimakkaastakin rehevöitymisestä tai muusta sellaisesta. Nämä ilmiöt voivat sinänsä olla varsin hälyttäviä merkkejä soistumiselle sen varsinaisessa tarkoituksessa. Niinikään on vaikea mieltää sitä, että Koutaniemen ja Paltaniemen törmien edustalla olevaa purkutasoa on nimitetty luhtarannaksi. Vain turvepohjaisia rantaniittyjähän on totuttu pitämään, etenkin Kainuussa, luhtarantoina. Niittyrrannat ovat taas kivennäispohjaisia, jollaisia vyöryrantojen purkutasot ovat. Käsitteiden sisältö ja nimitykset eivät sinänsä asiantilaa muuta. Puutumisen asiaan johtuu erityisesti siitä, että kun tutkimuksen tarkoituksena on selvittää säännöstelyn vaikutus ranta-alueisiin, johtopäätöksiin johtaneet havainnot on tehty 30 vuotta kestäneen säännöstelykauden kolmen peräkkäisen vähävetisen ja säännöstelyn normaalista vedenkorkeusrytmistä poikkeavan vuoden jälkeen. Kolme vuotta on ollut jo riittävän pitkä aika aiheuttamaan kasvien olemassaolon taistelussa muutoksia kasvillisuusvyöhykkeissä, kuivahkoa kasvupaikkaa vaativien kasvien pyrkiessä valtaamaan tilaa kosteampiin kasvulosuhteisiin mukautuneiden kasvien kasvualustalta.

Kun kesänaikainen vedenkorkeus on vuoden 1980 jälkeen palautunut likimain tavanomaiselle säännöstelykorkeudelle, olisi tärkeää tehdä uudelleen vastaava kasvillisuustutkimus ja suorittaa tällöin vertailua kasvustoissa tapahtuneissa muutoksissa.

Järvien kasvillisuutta koskevissa selvityksissä ei tuoda aina riittävästi esiin selvitystä vallitsevista vedenkorkeus-suhteista ja milloin olennaisia muutoksia on nimenomaan tutkimusta edeltäneiden vuosien osalta. Kysymys ei ole niinkään ääri- ja keskiarvoista, vaan kunkin vuoden vedenkorkeuden pysyvyydestä eri korkeuksilla. Monen rantakasvin elinvoimaisuushan riippuu merkitsevästi siitä, miten ne kestävät päällään vesikatetta. Näin voi jo yhden runsasvetisen vuoden vedenkorkeustilanne saada olennaisia muutoksia aikaan rantakasvustossa. Sama koskee vastaavasti myös alivesikausia.

Puheena oleva osaraportti ei anna selvää kuvaa siitä, missä määrin rannoilla esiintyvä sammalkasvillisuus on ollut vaikuttimena kasvittumisen lisääntymisen pitämisessä jo soistumisena. Rantaluhdistista puhuttaessa on huomattava, että luonto huolehtii tulvillaan vesistöjemme suoalueilla siitä, että rantaviivan läheiset vyöhykkeet eivät pysty enemmälti sammalloitumaan ja rämettymään. Näin järvien suorantoja saattaa reünstaa lähinnä saraa kasvavia luhtia, joiden satoa aikanaan varsinkin Kainuussa korjattiinkin niittäen. Tiedämme myös, että Pohjois-Suomen "paiseniityillä" padotuksella kasteluvaikutuksen ohella estettiin niittyjen sammalloitumista ja pensoittumista. Vesikatteen pysyvyydellä on noissakin tapauksissa luonnollisesti keskeinen sija.

On selvää, että Oulujärveen niin kuin muihinkin järviin ilmestyy rantakasvillisuutta niihin kohtiin, missä kasvupohja ja muut olosuhteet sen sallivat. Tietyistä muista edellytyksistä ja ennen kaikkea korkeusasemasta ja vedenkorkeusvaihteluissa taas riippuu, minkälajista kasvillisuutta ja missä laajuudessa rannoille ilmestyy. Tämän vuoksi on paikallaan, että nyt puheena olevaa kasvillisuustutkimusta Oulujärvellä jatketaan myös senkaltaisina kausina, jotka vastaisivat säännöstelyn normaalikausien tilannetta. Jos tämänkaltaisesa tutkimuksessa, jolla on myös tärkeä perustutkimusarvo, saadaan selvitettyä Oulujärvellä esiintyvien yleisimpien rantakasvien viihtyvyyden riippuvuus vedenkorkeuksista ja paljolti juuri vesikatteesta, antaa se pohjaa pyrittäessä estämään vesistölle haitallisen kasvittumisen voimistumista.

15 L O P P U A J A T E L M I A

Aineistoni kokoaminen ja käsittely sekä sen ylöspano luettavaan muotoon on kestänyt melko tarkoin yhtä kauan kuin lisäkin kirkon rakentaminen. Tämä sinänsä varsin mahtava rinnastus on sisällöltään kohdallani masentavuutensa ohella perin hämmästyttävä. Mistä on riittänyt virettä pitämään työntoa yllä näin kauan etenkin, kun selvitykseni lopullisesti rajoittui vain näitä Oulujoen vesistön järviä koskevaksi ja kun Oulujärven rannoista oli jo vuosisadan alkupuolella luotu varsin valaiseva kuvaus ja säännöstelysuunnitelmissakin oli puolestaan niin vyöry- kuin muistakin rannoista varsin runsaasti numerollista ja muutakin tietoa? Kiinnostukseni vyörymisilmiöön ja siihen liittyvään aihepiiriin on ollut työn jatkamisen kantavin voima, mutta varsin merkitsevällä tavalla on vaikuttanut myös halu kirjata kansien väliin jo unohtumassa olevaa, erittäinkin paikalliselta taholta koottua tietämystä samoin kuin valaista osaltani tätä mielenkiintoista luonnontapahtumaa, sen perustekijöitä ja rantamuotoja. Näitä taustaltaan poikkeavia tavoitteita ja vaikuttimia pyrin seuraavassa erittelemään.

Vesistön säännöstelyn muuttaessa Oulujärven ja Sotkamon järvien rantojen luonnetta mm. niin, että törmien vyöryminen suurimmalta osaltaan laantui, ei jo keski-ikään ehättäneillä ranta-asukkailla ole paljoakaan omakohtaista kuvaa vyöryrantojen aikaisemmasta tilasta ja siitä, kuinka raskasta ranta-veroa järvi tulvallaan asujamistoltaan vaati. Kysymyshän ei ollut vain vuotuisesta tulvavahingosta vaan pysyvästä maanmenetyksestä. Vielä vähemmän uudella sukupolvella on tuntea siitä, kuinka suuria työpanoksia esivanhemmat joutuivat uhraamaan rantojensa yleensä tuloksettomaksi osoittautuneessa suojauksessa ja minkälatauisia nämä toimenpiteet saattoivat olla. Tältä kannalta katsoen selvitykselläni on historiallista luonnetta sen kuvatessa puheena olevien järvien aikaisempaa tilaa näille järville niin tunnusomaisten vyörytörmien osalta. Vesihallituksen liitettyä selvitykseni tiedotussarjaansa on esityksen historiallinen tavoite entisestään korostunut, koska tällöin on mahdollista laventaa julkaisun jakelua maakunnallisella taholla.

Työni on lähtökohdaltaan ollut tekninen. Osallistuinhan toimekseni tutkimukseen, jonka tarkoituksena oli selvittää rantojen korkeussuhteet ja maan käyttölaajit sekä muut sellaiset kysymykset, jotta näiden perustietojen nojalla säännöstely voitaisiin toimeenpanna myös niin, että se tulvia leikaten mm. pystyisi taltuttamaan haitallista törmien vyörymistä. Tältä osin säännöstelysuunnitelman aineisto on tätä tavoitetta hyvin peittävä. Vyörymisilmiö on kuitenkin varsin monimuotoinen. Sitä voidaan tarkastella eri näkökulmilta, kuvata vyöryrantojen muotoa ja laajuutta erilaisin ilmaisin ja hakea riippuvuussuhteita törmän muotoon vaikuttavien tekijöiden kesken. Tältä osin ja eräiden täydennys- ja erityistutkimusten osalta tuonee selvitykseni lisävalaistusta jo aikaisemmin esitettyyn. Erityisen painon olen pannut rantojen suojaamiskysymykseen keräämällä mahdollisimman paljon kokemusperäistä tietoa tuossa tarkoituksessa ranta-asukkaiden suorittamista töistä ja näistä saaduista tuloksista. Annan suuren merkityksen tämänkaltaiselle tietolähteelle yleensäkin vesistövaikutuksia koskevissa kysymyksissä, enkä olisi suonut näidenkään rannansuojausta koskevien kertomusten jäävän unohduksiin. Kysymys ei ole enää niinkään vain puheena olevista järvistä vaan vesistöjemme rantojen vahvistamismenetelmistä ja niiden kehittämisestä yleensäkin. Tämä kuitenkin pelkistettynä koskemaan lähinnä vain "joka miehen" toimiin soveltuvia mahdollisuuksia. Aineiston käsittelyn aikana on erityisesti ranta-aallokon muodostumiseen liittyvät tekijät ja sen vaikutuksen ulottuvuus tullut itselleni uuteen valoon. Tällöin on ilmennyt seikkoja, joita lisätutkimuksin olisi voitu eritoten teknisessä mielessä lähemmin selvittää. Tämän ajattelmani lopussa heitänkin itämääni näitä laarini pohjalle jääneitä siemeniä.

Tuskin minkään järven perusolemusta, sen rantamuodostusta, vesirakennetta ja kasvillisuutta on tutkittu sillä laajuudella kuin viime aikoina Oulujärvellä. Sijaitseehan sen rannalla Jaalanganlahden suunnalla Oulun yliopiston maantieteen laitoksen tutkimusasema. Nämä tutkimukset ovat kohdistuneet nykyiseen Oulujärveen, joka vedenkorkeusvaihteluiden muutosten osalta on vasta nuori, n. 35-vuotias järvi. Rantamuodostus-

tusten, rantakasvuston yms. osalta tämä järvi hakee vielä pysyvää olotilaa. Kun säännöstelyn rytmissäkin on viime vuosina ollut normaalista poikkeavia jaksoja, on vielä liian aikaista lausua pitävää arviointia järven tulevasta luonteesta. Sanottujen tutkimusten tarkoituksena ei pääosaltaan ole ollut säännöstelyn vaikutusten tutkiminen vaan vedenkorkeuden vaikutuspiirissä tapahtuvien vesistötieteellisten ilmiöiden selvittäminen. Tämänlaatuista perustutkimusta, joka ilmeisestikin on yliopistollisen tutkimuksen osalta viime aikoihin saakka yleensä jäänyt vähälle huomiolle, voidaan luonnollisesti suorittaa myös säännöstellyissä järvissä. Näistä saatua perustietoa voidaan käyttää myös yleiseksi hyväksi Oulujärven osalta mm. siten, että säännöstelymääräysten rajoissa ja säännöstelyn asettamista taloudellisista tavoitteistakaan suuremmin tinkimättä, voitaneen säännöstelyn hoito järjestää säännöstelystä aiheutuvaa haittaa mahdollisuuksien mukaan rajoittaen. Tämän lausun erityisesti järven mahdollista haitallista kasvitumista ajatellen. Nykyistä Oulujärveä koskevista, varsinkin sen rantamuodostuksia selvittävässä tutkimuksessa on kuitenkin tärkeätä huomata järven luonnonvarainen tila, jolta ajalta voi olla perua varsinkin rantaäyrään yläpuolella olevat rantamuodot. Jos selvitykseni tuo tähän kysymykseen ja ehkä muutakin järven aikaisempaa tilaa valaisevaa taustatietoa, on työni varmaan osaltaan tieteellisessäkin mielessä edistänyt vesistötutkimusta. - En ole syvällisemmin tässä vaiheessa voinut paneutua mainittuihin perustutkimuksiin, mutta olen kuitenkin eräissä tutkimuksissa todennut mm. mainintoja siitä, ettei riittävästi tunneta Oulujärven rantavyöhykkeiden aikaisempia korkeus- ja maankäyttösuhteita. Tällöin on tullut mieleeni onko osattu riittävästi käyttää hyväksi säännöstelyä varten suoritettujen rantatutkimusten tuloksia, sillä onhan sen pohjalta olemassa Oulujärven korkeusvyöhykettä NN +120,00 - 124,00 peittävä, 1:8000 mittakaavaisille kartoille laadittu korkeus- ja tiluslajikartoitus, jopa niin, että pelto- ja niitty (luhta) alueita esittävät erikoiskartat ovat kaavassa 1: 4000. Ehkäpä selvitykseni on nyt yhdysside tuohon aikaisempaan vesistö- ja rantatutkimukseen. Totean tässä, että olen ollut yhteydessä fil. lis. Reijo Keräseen suorittamiemme tutkimusten osalta ja olen antanut hänen käyttöönsä aineistoaani. Häneltä olen puolestaan saanut Oulujärven tutkimuksista laadittuja julkaisuja.

Näinkin laajan tehtävän eri vaiheissa on virinnyt esiin kysymyksiä ja aiheita, joita olisi ollut paikallaan ja antoisaaakin havainnoin selvittää. Päällimmäisenä näistä on aaltoliikkeeseen ja erittäinkin ranta-aallokkoon kohdistettava tutkimus. Nythän joudutaan näiltä osin soveltamaan muualla laadittuja ja varsin vaihtelevia tuloksia antavia kaavoja ja empiirisiin perustein rakennettuja kaavioita. Tätä hydraulii- kan ilmeistä aukkoamme olisi aiheutta ryhtyä paikkaamaan. Läh- tökohtana voisi olla aaltoliikettä koskevien nykyisten kaavo- jen ja esitysten kartoittaminen sekä niiden soveltamiskelpoi- suuden selvittäminen vesistöjämme ajatellen. Ehkäpä olisi joh- dettavissa uusiakin, kainuulaisittain ilmaistuna, "omituisia- kin" kaavoja. Tästä olisi edelleen jatkettava ranta-aallokon puolelle - sen muotoutumiseen, tyrskeyntymiseen, huuhtoutumis- alueeseen yms. vaikuttavien tekijöiden osuuden selvittämiseen. Tällaisen tutkimuksen voisi aloittaa korkeakoulun opinnäyt- teenäkin, mutta siitä urkenisi aineista varmaan laajaankin tutkimukseen. Ihanteellisena tutkimuskenttänä kuvastelee Oulu- järven laajojen selkien ympyröimä Manamansalo. Sen länsi- ja itärannalle on laajalti erikaltevuudella olevia kasvittomia rantalaakioita, joilla ranta-aaltoilun eri vaiheita ja vai- kutuksia olisi tutkittavissa eri vedensyvyyksillä - kuiten- kin jonkin verran rajoitetuimmissa puitteissa kuin järven luonnonvaraisessa tilassa. Mutta tämänkaltaisista tutkimus- alueistahan ei maassamme ole puutetta.

Toisena edellistä paljon helpommin toimeenpantavana tutkimuk- sena näen turveperäisten rantojen ja erittäinkin rantaluh- tien kulumisen - rantaeroosion - voimakkuuden ja luonteen selvittämisen. Perusaineistona, jos nyt tässäkin ajatellaan Oulujärveä ja Kainuun monia järviä, joissa ilmiölle on varsin keskeinen sija, on jo käytettävissä n. 140 vuoden takaiset isojaon varsin tarkat kartat sekä n. 100 vuotta myöhemmin suoritettun säännöstelytutkimuksen rantatutkimuksen kartat. Nyt olisi tarvetta enää lähinnä vain nykyisen rantaporrastu- man sijainnin kartoitukseen. Ehkä ilmakuvistakin saadaan tie- toa rantaporrastuman asemasta. Näin olisi koossa varsin pit- kältä ajalta ja erilaisia vedenkorkeussuhteita vastaava ver- tailuaineisto varsinkin kulumisnopeuden arvioimiseksi. Täl-

laiseen tutkimukseen tulisi luonnollisesti kuulua myös kulumisilmiön perustekijöiden vaikutuksen esiintuominen ja siihen voitaisiin liittää vyörytörmien tapaan myös rannan suojaamiskysymykset. Edellä olen vihjannut jo mahdollisesta vasta-kaivannon tekemisestä.

Edelliseen liittyen on ajatus häivähtänyt myös avarampaan suuntaan. Saattaisi olla oma mielenkiintonsa ja käytännön aihettakin selvitellä vesistöjemme rantaporrastumien ja -terasien muotoon kulumiseen yms. kohdistuvia vaikuttajia ja niiden voimakkuusasteita. Kysymys olisi siis yleisesti rantojemme eroosiosta. Tällainen aihe koskettaa myös läheisesti rantaviivan määrittelyn ja rantapyykityksen kohdalla maanmittausviranomaisten toimialaa.

Ja päätteeksi. Luontoa samoavalle tutkijalle, jolla on jo voimakkaaksi kehittynyt "viherkaiho", kesänaapurini oivaa ilmaisuja lainatakseni, löytyy mittaamattomasti aiheita, joiden tutkiminen on kiintoisaa, ja niistä saatavat tulokset palvelevat käytäntöä. Näin jo ikääntyneen sukupolven edustajana näen tuon luonnonläheisen tutkimuksen työolosuhteiltaan antoisampana kuin pääasiassa kirjoituspöydän takaa tapahtuvana sarjojen ja tietojen keräilyn ohjaamisena ja lopuksi tietokoneen suoltamien tietojen käsittelyksenä ja analysoimisena. Mutta tällaista tutkimusta tarvitaan entistä enemmänkin. Kukkikoon siis koko tutkimuksemme kenttä laidasta laitaan eri tavoin ja tavoittein.

K I R J A L L I S U U T T A

- Aaltonen, V. T. ym. 1949. Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. Maataloustieteellinen aikakauskirja 21.
- Davidsson, J. 1963. Littoral processes and morphology on Scanian flat-coasts. Lund studies in geography A:23.
- Helaakoski, A. R. 1915. Jouhtenisen saaren rantamuodoista Höytiäisellä. Terra 1915.
- Hellaakoski, Aaro 1939. Satasen vyörytörmistä. Käsikirjoitus.
- Helo, Ilmari 1952. Rantojemme tutkimuksesta. Uusi Suomi 25.4.1952.
- Hjulström, F. 1935. Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the river Fyris. Buil. Geol. Inst. Uppsala, vol. XXV.
- Hydrologian toimisto 1954. Vuosikirja 14.
- Häikiö, J. 1967. Oulujärven Manamansalon rannoista. Pro-gradu tutkielma. Oulun yliopiston maantieteen laitos.
- Jaatinen, Esko 1984. Ivo tutkii energiapajuja. Voimaviesti 1984:4.
- Keränen, Reijo 1978. Glasifluviaalisen kulutusrantojen morfologiasta. Pro-gradu tutkielma. Oulun yliopiston maantieteen laitos.
- Keränen, Reijo 1980. Säännöstelyn vaikutuksesta Oulujärven rantoihin. Oulujärvi tutkimuksia, raportti 2. Nordia tiedonantoja 1980:5.
- Keränen, Reijo 1982. Tuulen aiheuttama vedenpinnan pienoisheilahtelu Oulujärvellä. Pohjois-Suomen Maantieteellisen Seuran jäsenlehti Lompola 1982:1.

- Komsi, Juha 1979. Satamarakenteet. Vesirakenteiden suunnittelu. RIL 123. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.
- Korhonen, K-H., Arhippainen Esko 1968. Geotekniikka. Maa- ja vesirakennus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.
- Korhonen, K-H., Gardemeister, Reijo, Tammirinne, M. 1974. Geotekninen maaluokitus. Geotekniikan laboratorio, tiedonanto 14.
- Kostiainen, Tapani 1983. Oulujärven säännöstelyn toteutus päätöksessä. Voimaviesti 1983:5.
- Koutaniemi, Leo & Keränen, Reijo 1983. Lake Oulujärvi, main Holocene developmental phases and associated geomorphic events. Suomal. tiedeakatemia julkaisuja, Sarja A, Nro 135.
- Koutaniemi, Leo, Keränen, Reijo 1983. Oulujärvi ennen ja nyt. Kaleva nro 246 ja 247/1983.
- Kovanen, Tapio 1975. Rantojen suojaamismenetelmät. Käsikirjoitus.
- Krogerus, Tellervo 1983. O. A. F. Lönnbohm, mies ja maine. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Kääriäinen, Erkki 1966. The Second levelling of Finland in 1935-1955. Suomen geodeettisen laitoksen julkaisuja 61.
- Leiviskä, Iivari 1910. Oulujärvestä ja sen rantamuodostuksista. Suomal. tiedeakatemia. Esitelmät ja pöytäkirjat 1910:1.
- Leiviskä, Iivari 1913. Über den See Oulujärvi und seine Uferformen. Suomal. tiedeakatemia julkaisuja, Sarja A, III, 12.

Leiviskä, Iivari 1914. Oulujärvestä. Terra 14.

Mustonen, O.A.F. 1885. Tietoja Kajaanin kihlakunnasta ja etenkin Paltamon pitäjäästä. Hämeenlinna.

Ogris, Harald 1966. Wasserwallen und Wellenbrechen, Berechnung der Wellen in Ufernähe. Wien.

Oulujoki Osakeyhtiö 1954. Entinen Oulujoki, historiikkia ja muistitietoja. Helsinki.

Oulujoki Oy:n Oulujärven ja Sotkamon järvien säännöstelyä koskevat asiakirjat.

Paulaharju, Samuli 1922. Kainuun mailta. Helsinki.

Press-Shröder 1966. Hydromekanik in Wassenbau.

Putala, Martti 1950. Paltaniemi-Kainuun matkailukeitaita. Suomen-Matkailu 1950:1.

Saukko, Pentti 1943. Hiisjärven vedenpinnan lasku Kainuussa 1700-luvulla. Maanviljelyinsinööriyhdistyksen vuosikirja 1942-1943.

Saukko, Pentti 1946. Oulujärven vyöryrannoista. Käsikirjoitus.

Saukko, Pentti 1946. Rantaniittyjen tuotosta. Maanviljelys-insinööriyhdistyksen vuosikirja 1946.

Saukko, Pentti 1947. Tyrskyjen töitä. Oulujärven vyöryvistä rantatörmistä. Suomen Kuvalehti 1947:13.

Saukko, Pentti 1950. Höytiäisen rantaniittyjen kasvillisuusvyöhykkeistä ja niiden sadoista. Maanviljelys-insinööriyhdistyksen vuosikirja 1949.

Sauramo, Matti 1926. Suomen geologinen yleiskartta. Lehti C 4 Kajaani ja maalajikartan selitys.

- Seiskari, P., Suomus, H. 1957. Pajukkojen kehittäminen pistokkaista. Metsästys ja Kalastus.
- Seppänen, Eino W. 1940. Oulujärven metsäalaraja. Käsikirjoitus.
- Seppänen, Eino W. 1972. Vesistöjen säännöstelytoimisto. Vesitalous 1972:3.
- Sirkeinen, Eino 1969. Oulujärven säännöstely. Vyöryvistä rantatörmistä. Vesivoimatoimikunta, vesistöjen säännöstelytoimisto. Lausunto.
- Suomenmaa, Oulun lääni IX:1, 1929. Porvoo.
- Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 1975. Rakenteiden kuormitusnormit 1975. RIL 59 e.
- Teräsvuori, Kaarlo 1927. Juolavehnä viljelyskasvina. Helsinki.
- Teräsvuori, Kaarlo 1933. Lisiä juolavehnekysymykseen. Suomen Maataloustieteellisen Seuran aikakauskirja 1933:2.
- Varjo, Uuno 1969. "Über Riffbildungen und ihre Entstehung an den Küsten des Sees Oulujärvi (Finland). Oulun yliopiston maantieteen laitoksen julkaisuja 23.
- Varjo, Uuno 1971. "Über die Zuverlässigkeit der Höhe von Uferbildungen bei quartärgeologischen Datierungen. Ernst-Moritz-Universität Reifswald. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe 20:1/2.
- Vesihallitus, vesientutkimuslaitoksen julkaisut ja havaintoaineisto.

Vesistöjen säännöstelytoimisto 1945. Oulujärven säännöstelysuunnitelma.

Vesistöjen säännöstelytoimisto 1950. Sotkamon järvien ja Ontojärven säännöstelysuunnitelma.

Virkkala, K. 1948. Suomen geologinen yleiskartta, Lehti D 4. Nurmes ja maalajikartan selitys.

Wäre, Matti 1948. Eri maalajitteita kuljettavista vedennopeuksista. Teknillinen aikakauslehti 1948:12.

Aman, Pentti, Oilinki, Pirkko, Saralampi, Helena 1981. Säännöstelyn vaikutus Kajaanin alueen rantoihin. Oulujärvi-tutkimuksia, raportti 5. Oulun yliopiston maantieteen laitos.

Vyörytörmiiä ja vyörytapahtuman vaiheita ja vaikutuksia esittävät valokuvat

Valokuvat ovat eräänlaista yhteenvetoa ajatellen ryhmitetty tekstissä esitetyn asian mukaisessa järjestyksessä, jolloin kuvan pääaihe on ratkaisut sijoituksen.

Ryhmitys on seuraavanlainen:

Kuvan nro	Pääasiallinen aihe	Tekstin luku
1 - 35	Eri vyöryalueiden tyypilliset törmän muodot.	6
36 - 53	Vyörymisilmiön eri vaiheet ja seuraukset.	7 - 8
54 - 63	Vyörytörmien luonnonvarainen suojautuminen.	9
64 - 80	Rannanomistajien suorittamat suojaustoimenpiteet.	10
81 - 89	Vesistön säännöstelijän suosit- tamat suojauskokeilut ja -työt.	13
90 - 104	Vyörytörmien tila säännöstelyn aikana v. 1975.	14

Valokuvien selosteen merkinnät:

- Ellei järvestä ole mainintaa, kuva on Oulujärveltä.

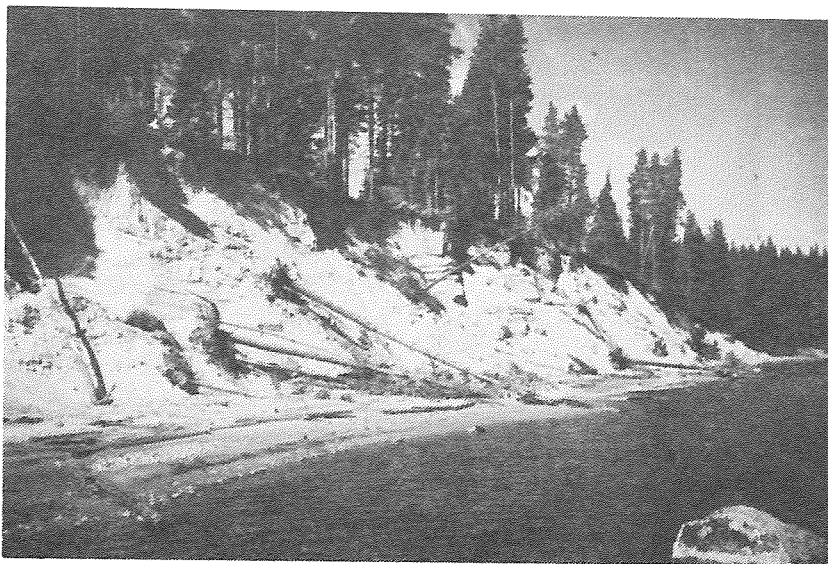
- Useimmiten sulkeissa oleva lyhenne (Hk, Ht jne.) ja %-luku, tarkoittaa törmän likim. maalajitteita ja niiden pitoisuuksia.
- W ilmaisee kuvausaikaisen vedenkorkeuden tai tulvan korkeuden NN+tasossa, m.
- Päivämäärä tai vuosiluku tarkoittaa kuvausaikaa.
- Ellei kuvaajasta ole mainintaa, on otos kirjoittajan.



Kuva 1. Säräisniemen Painuanlahti. Pohjoisrannan peltomaan vyörytörmää (Ht 85 %). Törmä on osittain nurmettunut ja pensoittunut. Rantaäyräällä kasvaa pajua korkeudelle 123,65 saakka. Taustalla avautuu laaja Niskanselkä. W 123,36. 9.7.1945.



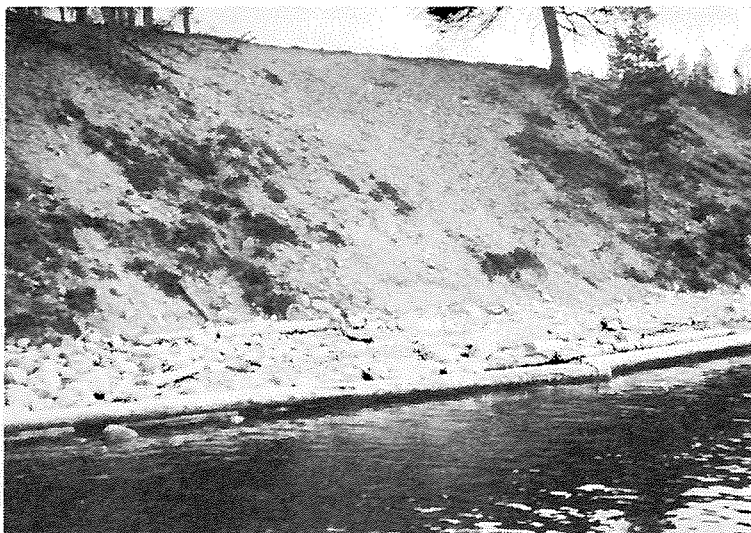
Kuva 2. Säräisniemen pohjoisranta. Vuoden 1938 tulva (123,62) saanut aikaan vyöryn hiétavaltaisessa törmässä. (Hk 21, Ht 79 %). Tältä kohtaa tehty mittaus (ks. piirros 5, leikkaus b). Aallokon vaikutus- eli huuhteluraja on korkeudella 123,80. Kuvassa on tutkimusryhmän vyörytörmän mittaus alullaan. W 123,60. 6.7.38 Eino W. Seppänen. Oulujoki Oy:n arkisto.



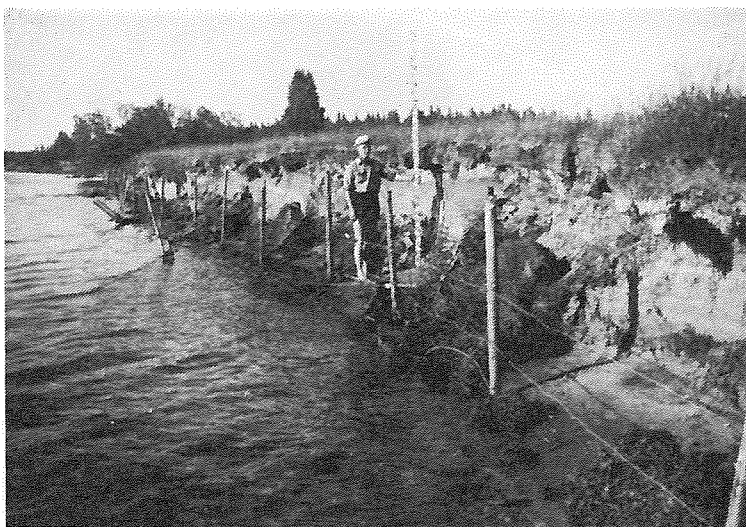
Kuva 3. Säräisniemen eteläranta. Vyörytörmää (Ht 20, Hs 65 %) n. 1,5 km Kontionpään niemestä itään v. 1949 tulvan jälkeen, joka kesti korkeuden 123,65 tienoilla n. 3 viikkoa. W 123,15. 8.7.1949.



Kuva 4. Säräisniemen eteläranta. Korpiranta-nimisen tilan peltomaan vyörytörmää (Ht 50, Hs 45 %) n. 800 m Kontionpään niemestä itään. Törmä on siirtynyt kuvan keskellä näkyvästä pensaikosta v. 1943 ja 1949 tulvien johdosta. Taustalla Olkkolanniemen kärki ja Niskan-selkää. W 123,15 8.7.1949.



Kuva 5. Kuostonsaari. Kivensekaisen hiekkamaan (Hk 75, Ht 20 %) vyöryä. Rantaäyräälle on kasautunut törmää suojaavaa kivikkoa. Törmän tyvi on korkeudella 123,75. W 123,35. 10.7.1945.



Kuva 6. Manamansalon länsiranta. Puronrannalla olevan pelto-
maan törmää (Ht 85 %) v. 1945 tulvan jäljeltä. Latta
on tulvakorkeudella 123,46. Törmän tyven korkeus on
123,55. Aitauksen tarkoituksena on estää rantalaitu-
mella olevan karjan nouseminen lohkeilevalle törmälle
W 123,39, 8.7.1945.



Kuva 7. Manamansalon länsiranta. Pantiontörmää Teeriniemen ja Kaaresjärven suun välillä. Maaperä on tällä kohtaa verraten hienojakoista (Ht 90 %), mistä johtuen törmä ja rantaäyräs ovat osittain lepittyneet. Muual- la Pantiontörmässä on maalaji karkeampaa (Hk 75, Ht 20 %). Törmän tyven korkeus on 123,85. W 123,39. 8.7.1945.



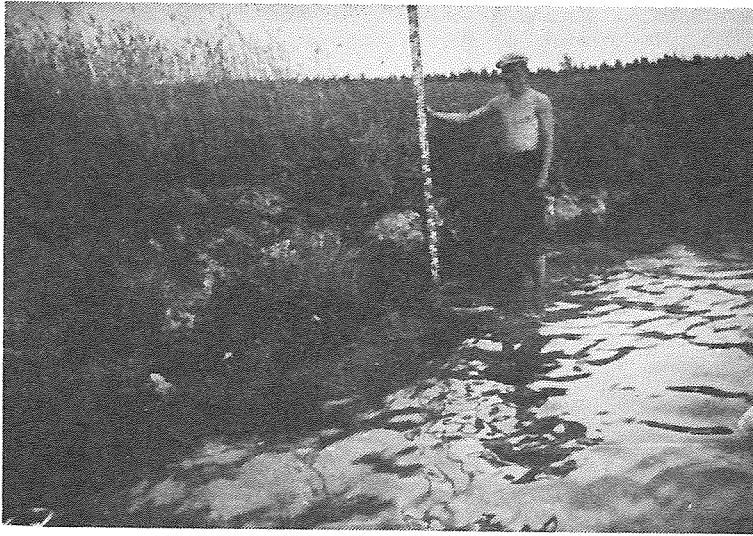
Kuva 8. Manamansalon koillisrannan Martinlahti. Lepittynyttä rantatörmää Leinosen tilan rannassa. Törmän kypsymistä on edistänyt vasemmalla näkyvä venevalkaman laiturit, joka on kasannut tyveensä hiekkaa. Törmä on vyörynyt v. 1943 tulvan aikana eräältä kohtaa, jossa tyven korkeus oli kuvaushetkellä 123,40. W 123,34. 11.7.1945.



Kuva 9. Manamansalon itäranta. Paljakan törmän pohjoisosaa lähellä Soiluanniemen tyveä. Törmässä (Hk 95 %), jonka tyven korkeus on 123,65, kasvaa hieman leppää. Purkutason yläreunaan on iskostunut somerikko. W 122,55. 27.8.1939.



Kuva 10. Manamansalon itäranta. Paljakan törmää sen lähes korkeimmalta kohdalta. Törmässä on leppää ja mäntyäkin. Vuoden 1938 tulva (123,62) on aiheuttanut vyörykeiloja, joiden tyvi oli korkeudella 122,75. Vasemmalla näkyvän Harjanniemen kivisyys on estänyt niemen vyörymisen. W 122,55. 27.8.1939.



Kuva 11. Alassalmen eteläosa. Keräsenlahti. Ruista kasvavan pellon matalaa törmää (Ht 25, Hs 55 ja Sa 20 %), jossa v. 1945 tulvan (123,46) vyöryä. Törmän tyvessä on n. 35 cm syvyinen eroosiolovi. W 123,39. 7.7.1945.



Kuva 12. Ärjänsaari. Pohjoisrannan jo metsittynyttä törmää (Ht 95 %), jota v. 1943 tulva (123,98) on pahoin vyöryttänyt. Auennut törmä on varsin jyrkkää. W 123,40. 6.7.1945.



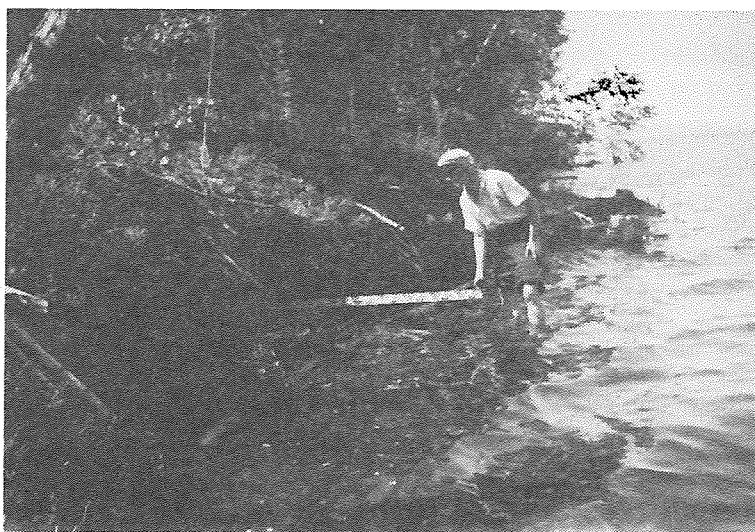
Kuva 13. Ärjänsaari. Etelärannan vyörytörmää (Ht 90 %), joka v. 1943 tulvan (123,98) jäljiltä on lähes lepotilassa. Latta on v. 1945 tulvan korkeudella (123,46). Törmän tyvessä on matala eroosioporras. W 123,40. 6.7.1945.



Kuva 14. Vuoreslahti. Ärjänselän aalloille altista matalahkoa peltomaan vyörytörmää (Ht 25, Hs 55, Sa 20 %). Törmän tyven korkeus 123,75. Törmän nurmettunut räystäs lohkeilee tavallisesti keväisin. Muistitiedon mukaan on tie kulkenut v. 1870 tienoilla suoraan vastakkaiseen Selkäniemeen. W 122,70. 30.6.1939.



Kuva 15. Sivolanniemi. Avovyöryä v. 1943 tulvan jäljeltä (Hk 20, Ht 80 %). Latta on v. 1945 tulvan korkeudella (123,46). Rantaäyrään porrastuma lähellä törmäntyveä on korkeudella 123,70. W 123,41. 5.7.1945.



Kuva 16. Koutaniemen pohjoisranta. Vyöryrantaa lähellä Juuttaanniemeä oleva Koivuranta -nimisen rantatontin kohdalla (Hs 60, Sa 40 %). Juuriston tukeman räystäään alla on n. 1,5 m syvyinen eroosio-onkalo. Rannassa on eroosiota myös v. 1945. Keskim. vyörynopeus on n. 1 m vuotta kohden. W 123,41. 5.7.1945.



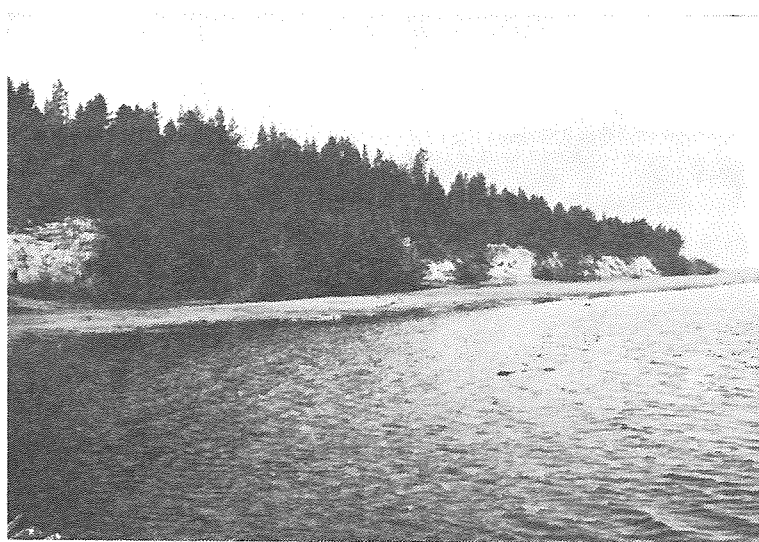
Kuva 17. Koutaniemen pohjoisranta. Peltomaan vyörytörmää (Ht 15, Hs 60, Sa 25 %) Pyykölän tilan kohdalla v. 1949 tulvan (n. 123,70) jäljeltä. Törmä vyörynyt v. 1943 ja sen jälkeen vasemmalla näkyvästä lepästä saakka. W n. 123,50. 1949.



Kuva 18. Koutaniemen pohjoisranta. Peltomaan vyörytörmää (Ht 55, Hs 40 %) Ilkon tilan kohdalla v. 1938 tulvan (123,62) jäljeltä. Maan juokseminen johtuu törmän hiesupitoisuudesta. Karjanlaidun aidattu törmän partaan lohkeamisvaaran vuoksi. 1939.



Kuva 19. Koutaniemen pohjoisranta. Edellisen kuvan esittämä törmä v. 1945, jolloin tulva on vyöryttänyt törmää. Latta on tulvakorkeudella (123,46). Törmän tyvessä on n. 30 cm syvyisiä eroosiolovia. W 123,42. 4.7.1945.



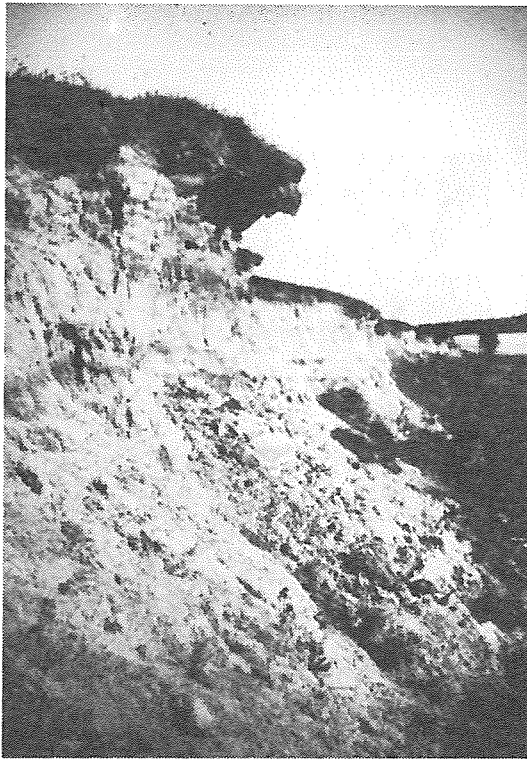
Kuva 20. Koutaniemen pohjoisranta. Koutatörmän vyöryrantaa (Ht 35, Hs 55 %), jossa lepittynyt törmän tyvi ja rantaäyräs on osittain suojannut törmää v. 1938 tulvalta (123,62). 1939.



Kuva 21. Koutaniemen pohjoisranta. Edellisen kuvan törmää v. 1949 tulvan (n. 123,70) vyöryttämänä. Vyörymäsyvyys oli eräissä kohdin useita metrejä. W 123,50. 1949.



Kuva 22. Paltaniemi. Korkein metsäinen kohta on Kirkkoniemeä, jossa on vanhan hautausmaan vyöryvää törmää. Oikeassa laidassa näkyy peltomaan vyöryrantaa. 1939.



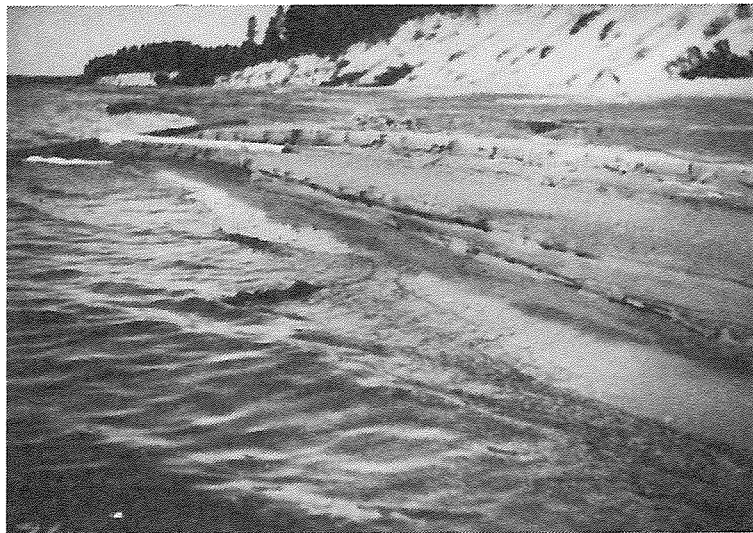
Kuva 23. Paltaniemi. Peltomaan vyörytörmää (Ht 50, Hs 45 %) lähellä Leppiniemeä. Törmästä on lohjennut nurmimättäitä v. 1938 tulvaa (123,62) seuranneena vuonna. Uloke-
maiset räystäät tekevät liikkumisen törmän partaalla vaaralliseksi. 1939.



Kuva 24. Paltaniemi. Vanhan hautausmaan törmää (Hk 15, Ht 80 %). Törmän yläosa on tavanomaiseen tapaan melkein pystysuora. Yläreunaa sitoo puuston ja muun kasvuston juuristo. 1939.



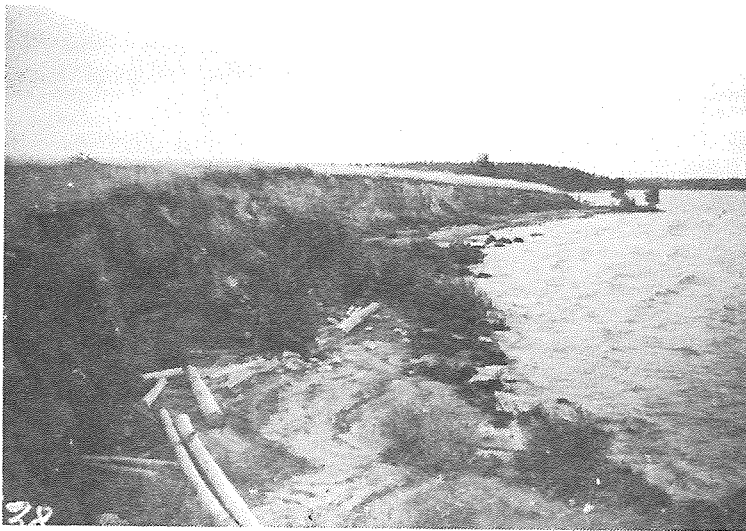
Kuva 25. Paltaniemi. Vyöryranta Sutelanperässä vuosisadan alussa. Kuvausvuonna oli ylin vesi n. 123,70 ja vuotta aikaisemmin runsas 10 cm tätä korkeammalla. B. Frosterus 1906. Suomenmaa -teos, Oulun lääni.



Kuva 26. Nuasjärvi, Rönnynniemi. Metsämaan vyörytörmää (Ht 70, Hs 15 %) lähellä Kekkolanniemeä. Suhteellisen leveässä rantaääyräässä on näkyvissä eroosioporrastumia. W 137,50. 1939.



Kuva 27. Nuasjärvi, Kekkolanieniemi. Vuoden 1938 tulvan (138,39) jälkeen on törmästä (Ht 70, Hs 25 %) lohkeillut alas nurmimättäitä, jolloin verraten loiva ja nurmettunut törmän tyviosa näytti varsin kestävältä. W 137,50. 1939.



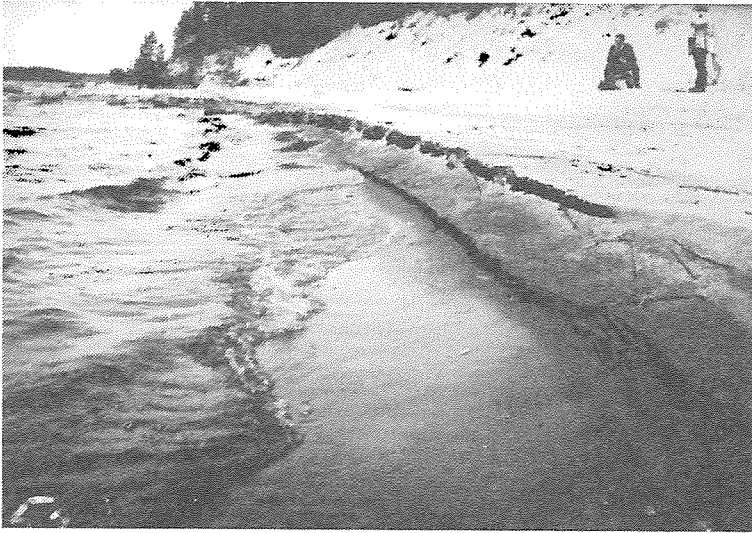
Kuva 28. Nuasjärvi, Kekkolanieniemi. Edellisen kuvan esittämä törmä v. 1943 tulvan (138,67), v. 1944 tulvan (138,21) ja v. 1945 tulvan (138,21) vyöryttämänä. W 137,59. 17.8.1945.



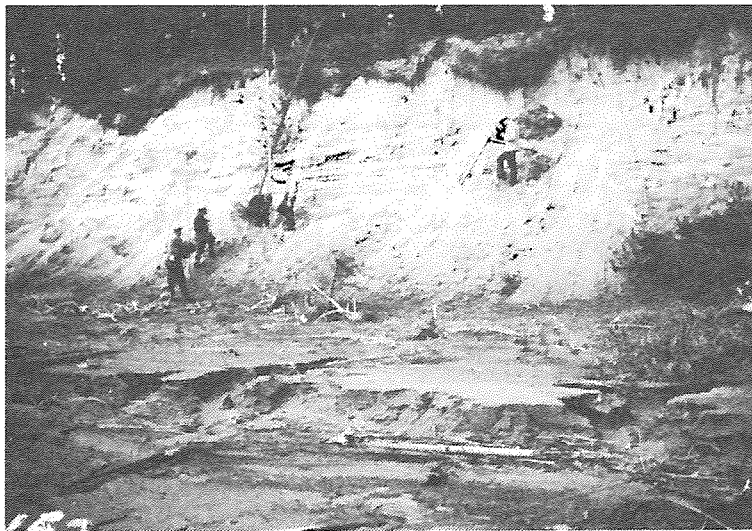
Kuva 29. Nuasjärvi, Kekkolaniemi. Edellisen kuvan esittämä törmän jyrkkä seinämä (korkeudella 138,10 : Ht 6, Hs 76, Sa 18 %), jonka tyven korkeus 138,28 (ks. piirros 6). Törmän reunaan saakka kasvoi ruista, joten törmässä on ollut voimakasta vyöryä syksyn 1944 jälkeenkin. W 137,59. 17.8.1945.



Kuva 30. Nuasjärvi, Huuskonniemi. Länsirannan poukaman vyörymiselle herkkää peltomaan törmää (Ht 50, Hs 40 %). Törmän luiskan epätasaisuus johtuu suuresta hieta- ja hiesupitoisuudesta. 1939.



Kuva 31. Nuasjärvi, Tikkalanniemi. Jäätiönniemen metsämaan vyöryranta, jonka rantaääyräessä eroosioporrastumia. 1939.



Kuva 32. Sapsojärvi, Kuusiniemi. Metsämaan törmää (Hk 5, Ht 95 %), jota on vyöryttänyt v. 1938 tulva (138,95). Kesän pitkäaikainen vedenkorkeus (n. 137,80) on kulluttanut rantaääyrästä, johon sadevesi on muovannut uurteita (ks. piirros 6). Meneillään törmän mittaus. W 137,56. 28.8.1939.



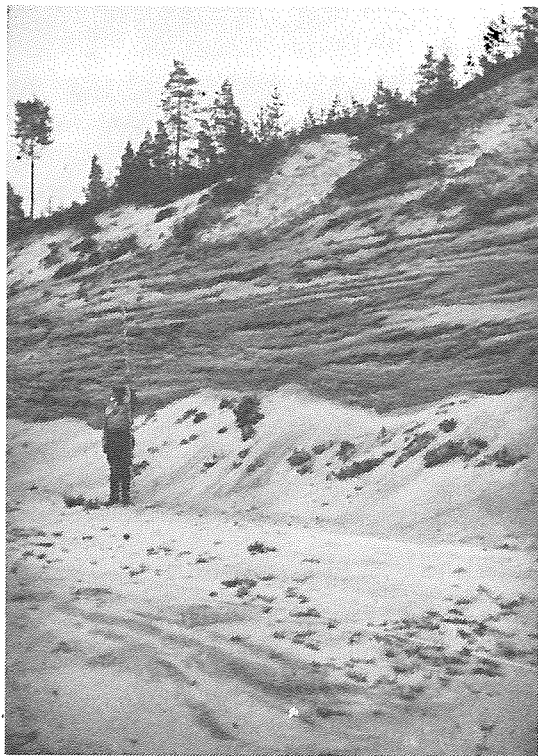
Kuva 33. Sapsojärvi, Hiukka. Sotkamon keskustan vyörytörmää (Hk 25, Ht 75 %), jonka korkeus törmän tyvestä mitattuna on enimmillään 27 m. Alue on suosittua uimarantaa. 1945.



Kuva 34. Sapsojärvi, Hiukka. Aittorannan vyörytörmää (Hk 10, Ht 85 %) n. 1 km Hiukan uimarannasta itään. Vuoden 1938 tulva (138,95) on aiheuttanut vyöryä jo metsittyneessä törmässä valuttaen lauttana alas puun juuriston sitomaa pintakerrosta. Kuvassa näkyvä latta on 4 m pituinen. Rantaäyrään eroosioportaan kulumisesta tehty mittauksia. W 137,75. 3.7.1939.



Kuva 35. Sapsojärvi, Hiukka. Vyörytörmää (Hk 20, Ht 75 %) Ryttilahden lähistöllä, jossa on vyöryn alkua v. 1945 tulvan (138,80) jäljeltä. Kivinen niemeke on suojanut rantaa vyöryltä. W 138,75. 27.6.1945.



Kuva 36. Säräisniemi. Kuvan 2 esittämää törmää seuraavana vuonna (ks. piirros 5, leikkaus b.). Sade ja tuuli valuttanut maa-ainesta törmän tyveen ja rantaäyräälle. Maaperän kerroksellisuus selvästi nähtävissä. W 122,73. 19.7.1939.



Kuva 37. Koutaniemen pohjoisranta. Maalajiltaan hienojakoisen törmän (Ht 35, Hs 55 %) vyöryä v. 1945 tulvan (123,46) jäljeltä. Törmän tyveen ajautuneet uittopuut tehostavat vyöryä aallokossa. Tällaisen törmän mittaus on hankalaa (vaaaituskone näkyy kuvan keskellä). W 123,42. 4.7.1945.



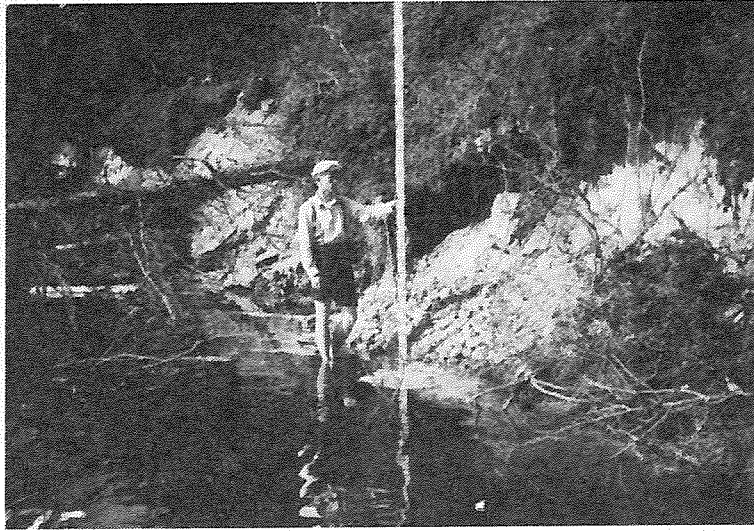
Kuva 38. Koutaniemen pohjoisranta. Edellisen kuvan esittämän törmän vyöryä v. 1949, jolloin vedenkorkeus pysytteli korkeuden 123,65 tienoilla n. 3 viikkoa. W n. 123,50. 1949.



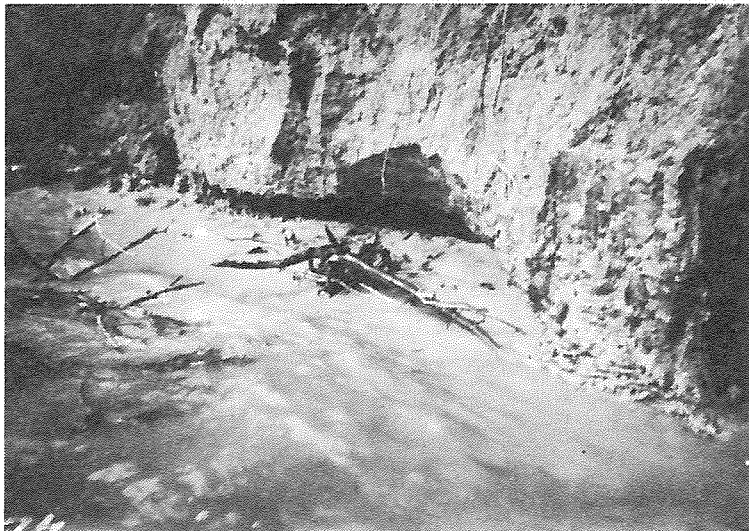
Kuva 39. Koutaniemen pohjoisranta. Törmään päättyvän metsäisen notkelman suussa (Ht 35, Hs 55 %) on veden virtauksen vuoksi maan liikkuminen ollut voimakasta. W 123,42. 4.7.1945.



Kuva 40. Sapsojärvi, Kuusiniemi. Vyörymisen alkua hienojakoisessa törmässä (Ht 80, Hs 20 %) v. 1945. Tällä törmäosuudella seurattu vyöryn kehittymistä vaaituksin (ks. piirros 8). Kuvassa näkyvissä jo toisen vaiheen sortuma. W 138,75. 27.6.1945.



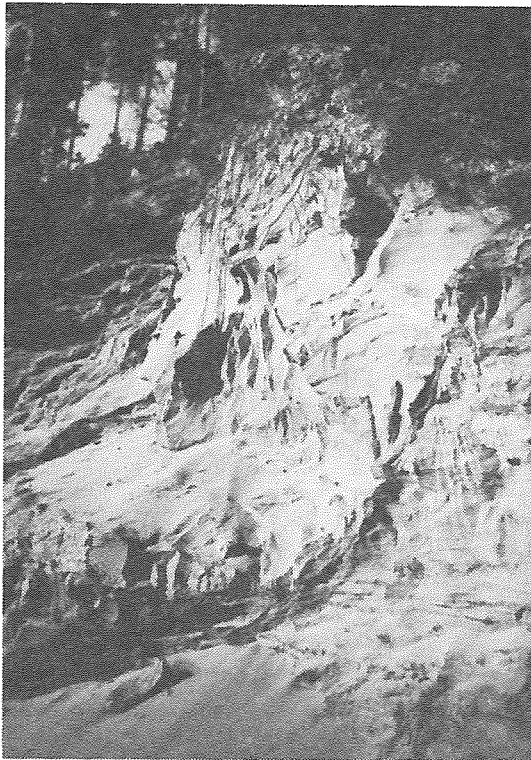
Kuva 41. Sapsojärvi, Kuusiniemi. Vyörymistä hiesuvaltaisessa törmässä (Ht 15, Hs 70, Sa 15 %) v. 1945 (ks. piirros 7 ja 8). Aallokon vaikutusraja korkeudella 138,83. Pinta-kerros puineen on pudonnut törmän päälle. W 133,75. 27.6.1945.



Kuva 42. Sapsojärvi, Kuusiniemi. Pitkäaikaisen vedenkorkeuden kuluttamana n. 20 cm syvyinen eroosiolovi edellisen kuvan esittämässä törmässä, missä pian on odotettavissa törmän lohkeileminen (ks. piirros 7 ja 8). W 138,76. 27.6.1945.



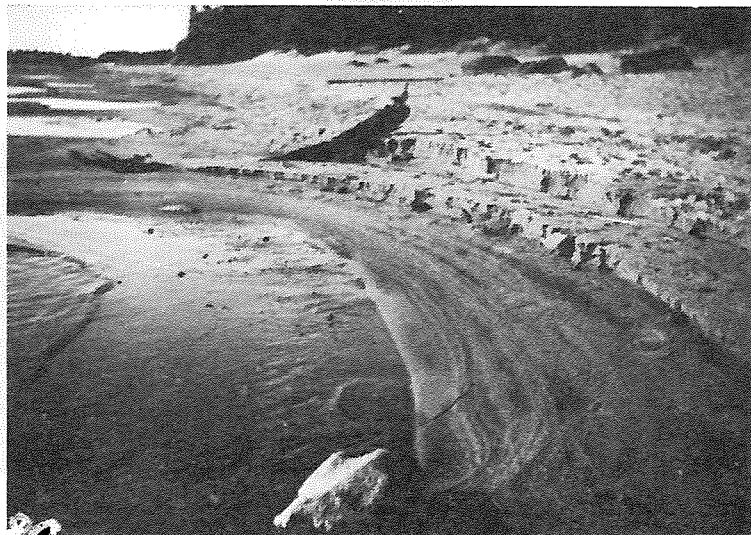
Kuva 43. Sapsojärvi, Hiukka. Vyörymisen alkua Hiukan uimaran-
nan törmässä (Hk 10, Ht 85 %) kesällä 1945. Vyöry-
misen kehittymistä on seurattu vaaituksin (ks. piir-
ros 7). Kuvan vasemmassa laidassa näkyy alas valah-
tanut vyörykeila. W 138,76. 27.6.1945.



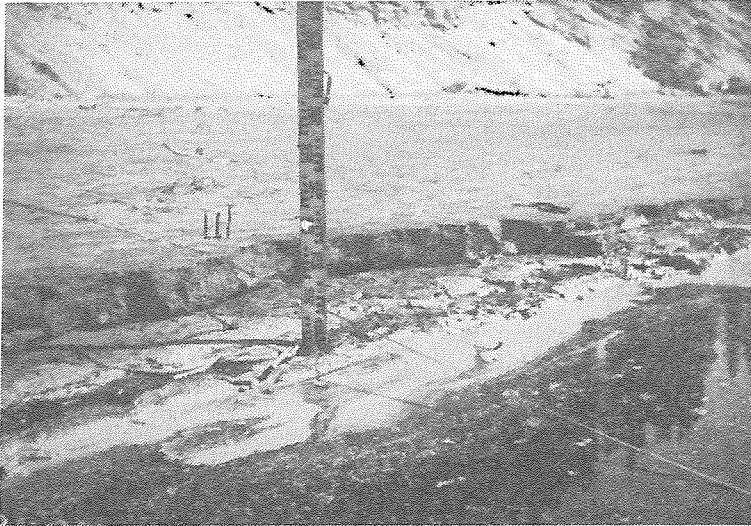
Kuva 44. Sapsojärvi, Hiukka. Törmän (Hk 20, Ht 80 %) pysty-
suoraa seinämää v. 1938 tulvan jäljeltä. Törmä lauen-
nee ilman aallokonkin vaikutusta. 1939.



Kuva 45. Nuasjärvi, Jäätiönniemi. Rantaäyrään voimakasta eroosiota, jossa aallokon vaikutus- eli huuhteluraja on 15 cm tyvenen vedenpinnan yläpuolella. Kuvassa dipl.ins. Eino W. Seppänen. 1939.



Kuva 46. Sapsojärvi, Hiukka. Eri korkeudella olevia rantaäyrään eroosioportaita. Oulujärvellä eivät vastaavat muodostumat ole yleensä näin selväpiirteiset, mikä johtuu ranta-aaltoilun suuremmasta vaihtelusta. 1939.



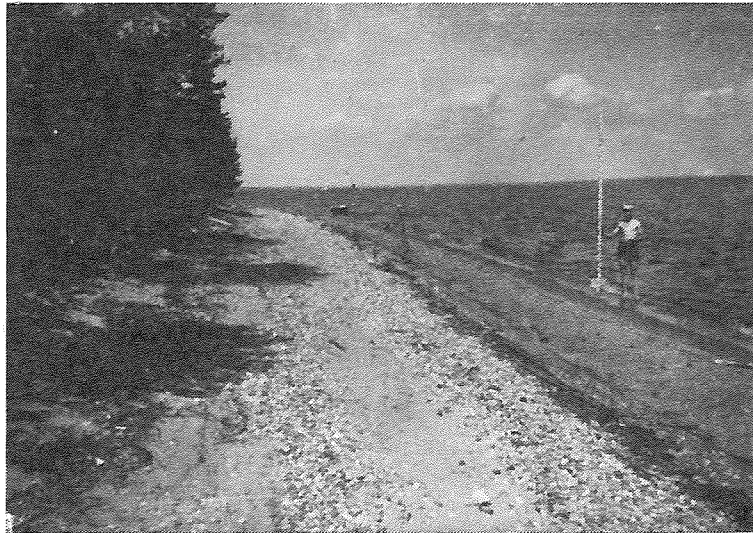
Kuva 47. Sapsojärvi, Hiukka. Rantaäyrään kulumista selvittävä
vaaitus tutkimuslinjalla III (ks. piirros 9). Latta
edellisessä vaaituksessa todetun eroosioportaan
kohdalla. Läheisessä törmässä on keskim. hiekkaa
15 ja hietaa 80 %, rantaäyräässä sen sijaan hiekkaa
65 ja hietaa 35 %. W 137,80. 20.6.1939.



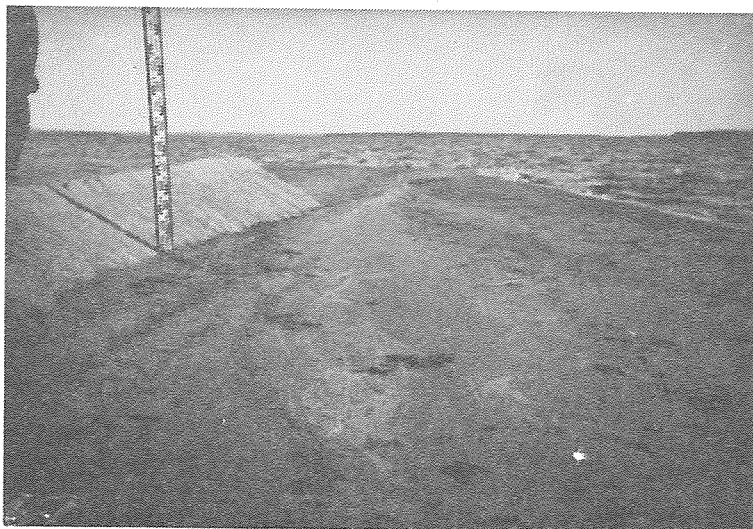
Kuva 48. Manamansalon länsiranta. Vyörytörmistä ajautunut
maa-aines on kasautunut Laajalahden rannalle Hiisi-
niemen tyveen suoaluetta reunustamaksi kaarteeksi,
jossa kasvaa ikipetäjiä. 1939.



Kuva 49. Manamansalon länsiranta. Laajalahden rannan edustalla vyöryaineksesta syntynyttä, purkutasoa muistuttavaa tasannetta, vaikkei tällä kohdalla ole vyörytörmää. 1939.



Kuva 50. Ärjänsaari. Pohjoisrannan vyörytörmistä ajautuneen hiekka-aineksen saaren itäpäähän kasvattamaa hiekkäsärkkää, jonka yläosassa kasvaa jo pientä männikköä. Tältä kohtaa alkaa itäänpäin suuntautuva pitkä ja hiekkainen Kirkkosäikkä. W 123,40. 6.7.1945.



Kuva 51. Ärjänsaari. Kirkkosäikän kärki. Särkkä on kasautunut saaren pohjois- ja etelärannan törmistä peräisin olevasta hiekasta. Aallokko muotoilee jatkuvasti särkkää. Aallokon vaikutusraja 123,68 eli runsas 20 cm kuvausvuoden ylintä vettä ylempänä. W 123,40. 6.7.1945.



Kuva 52. Sivolanniemi. Niemen vyörytörmistä irronneesta maa-aineksesta Koutalahteen kasautunut heikkasärkkä, joka on erottanut lahdesta vasemmalla häämöttävän Koutalammen. W 123,41. 5.7.1945.



Kuva 53. Manamansalon länsiranta. Kivinen Kapolanniemi on suojannut rantakohdan vyörymiseltä. Niemen sivustoilla on rantaäyräs tavanomaista leveämpi. 1939.



Kuva 54. Ärjänsaari. Harjun kivensekaisesta maaperästä muodostunut kivinen rantaäyräs ja törmän tyven pallekivet ovat suojanneet törmän vyörymiseltä. Kivipalteen yläreunan korkeus on n. 124,20. Törmässä kasvaa kannervaa ja myös n. 70 vuotiaita mäntyjä. 1939.



Kuva 55. Säräisniemi. Niemen pohjoissivun vyörytörmistä irronneesta hiekasta lahden perukkaan kasautunutta kaarretta, joka on pysäyttänyt kuvassa oikealla näkyvän jo metsittyneen törmän vyörymisen. Rantaäyrään yläosassa kasvaa leppää. Merkille pantava on ajopuiden runsaus. W 123,35. 10.7.1945.



Kuva 56. Nuasjärvi, Rimpilänniemi. Niemen itärannalle kasautuneen hiekkakaarten suojaamaa matalaa törmää. Taustalla näkyvissä rannan suojaksi rakennettu suisteita. Kuvasta oikealla vyöryvää rantaosuutta. 1939.



Kuva 57. Koutaniemi. Rantaäyrään lepittynyt yläreuna on pys-
tynyt eräiltä kohdin suojaamaan törmää v. 1938 tul-
valta (123,62). Tämän kohdan rantaäyrään kasvilli-
suutta v. 1945 on kuvattu piirroksessa 29. 1939.



Kuva 58. Koutaniemi. Sateen uurtamaa hiesumaan jyrkkää törmää,
jossa on törmäpääskyn pesiä. 4.7.1945.



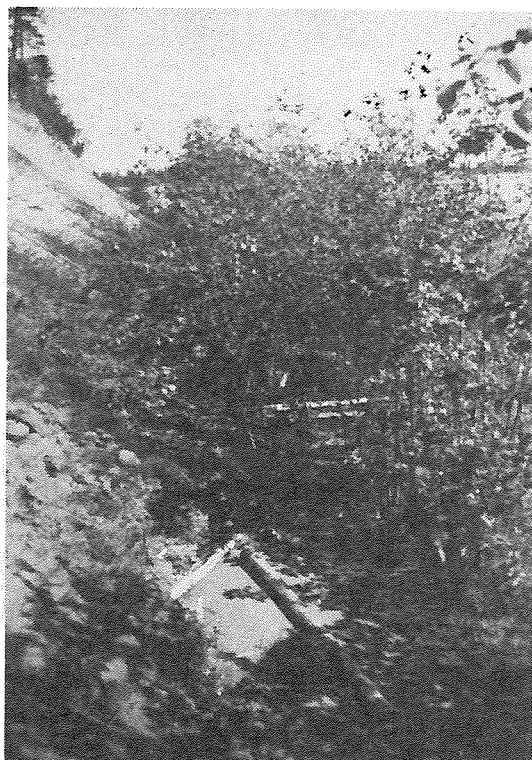
Kuva 59. Manamansalon länsiranta. Lepikön suojaamaa Pantiontörmää (Ht 90, Hs 10 %) lähellä Kaaresjärven suuta. 1939.



Kuva 60. Sivolanniemi. Törmän päälle pudonnut turvematto suojaaa törmää heikolta aallokolta. Jos matto yltää törmän juurelle ja se kerää tuekseen hiekkaa muodostuu törmälle verraten kestävä suojaus. 5.7.1945.



Kuva 61. Nuasjärvi, Rimpilännimi. Kuvan oikeassa laidassa näkyy aikoinaan vyörynyttä törmää, jonka eteen on ajo-hiekasta kasvanut kaarteita, jotka ovat osittain nurmettuneet ja metsittyneet. 1945.



Kuva 62. Sapsojärvi, Kuusiniemi. Rantaäyräs voimakkaasti leppittymässä. Sama rannan kohta kuin kuvassa 32 (ks. piirros 8, eteläosa). 26.6.1945.



Kuva 63. Nuasjärvi, Jäätiönlahti. Matalan törmän päälle pudonnut puun juuriston sitoma pintakerros antaa törmälle hyvän suojan, jota tehostaa vielä leveä rantäyräs. 1939.



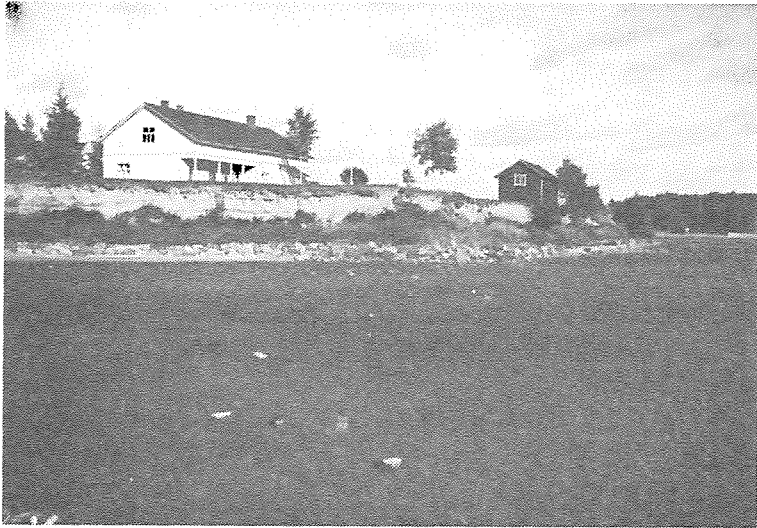
Kuva 64. Vuolijoen suun länsipuolella olevan Joensuun tilan talouskeskuksen n. 30 m pituisella kivireunuksella v. 1905 suojattua rantaa. Pellon kohdalla näkyvä myöhemmin rakennettu kivivalli on ollut liian matala, jolloin tulva on päässyt syövyttämään törmää kivivallin takaa. 1939.



Kuva 65. Vuoreslahti. Kannaksen tilan kivivallilla suojattua rantaa. Lähimpänä näkyvä vallin osa on ollut kuitenkin liian matala, sillä v. 1943 tulva (123,98) aiheutti myöhemmin vyöryä jo nurmettuneen lahdelman törmässä. Ranta on avoin Ärjänselän aallokolle. 1939.



Kuva 66. Salmenniemi. Lähellä Painuanlahden suuta olevan peltomaan törmä (Hk 90, Ht 10 %) suojaksi rakennettua kivivallia. Se on ollut kuitenkin liian matala, vaikka sitä on jatkuvasti korjattu. Törmään on istutettu puita ja pensaita, mutta ne eivät ole siinä pysyneet. W 123,35. 10.7.1945.



Kuva 67. Sapsojärvi. Sotkamon keskustan Hirvenniemen kivi-
vallilla vahvistettua rantaa, joka kuvausaikana näyt-
ti kestävältä. Vuoden 1943 tulva (139,45) vyörytti
kuitenkin törmää niin, etteivät kuvassa keskellä
olevat koivut enää näy v. 1945 otetussa kuvassa.
1939.



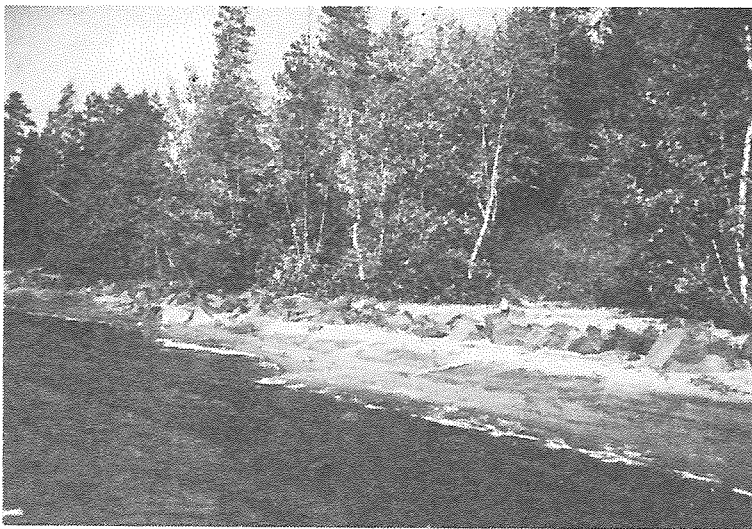
Kuva 68. Vuoreslahti. Saunasaaren pohjoisrantaan törmän suo-
jaksi puunrangoista, juurakoista ja oksista
rakennettu murros v. 1938 tulvan (123,62) jäljeltä.
Voimakas aallokko on vetänyt puunrungot kampamaises-
ti rantaäyräälle, mikä osittain on pidättänyt hiekan
ja hiedan kulkeutumista saaren sivustoilla oleviin
särkkiin. Tämän saaren asukas kertoi rannan vierii-
misen alkaneen Hiisijärven laskunjohdosta (ks. teksti
11.1). 1939.



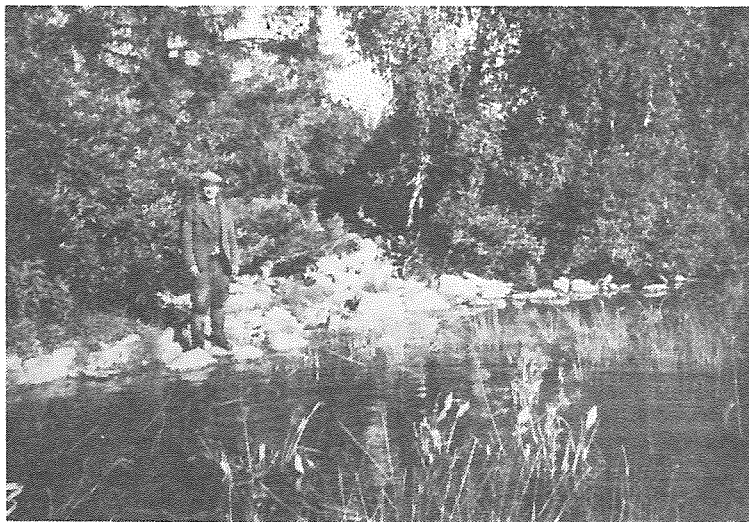
Kuva 69. Koutaniemen pohjoisranta. Törmän alle vahvistukseksi koottua risutusta, joka on jonkin verran suojannut törmää v. 1945 tulvalta (123,46). W 123,42. 4.7.1945.



Kuva 70. Manamansalon koillisranta. Martinlahden suojattua rantaa Heikankaarteesta länteen. Lähempää tietoa suojaustoimenpiteistä ei ole, mutta ilmeisesti on luiskia loivennettu ja niihin on tehty istutusta ja nurmetusta. Suistevaikutuksella voi olla myös osuutensa rannan kypsymiseen. Ranta on arin itätuulille. W 123,35. 10.7.1945.



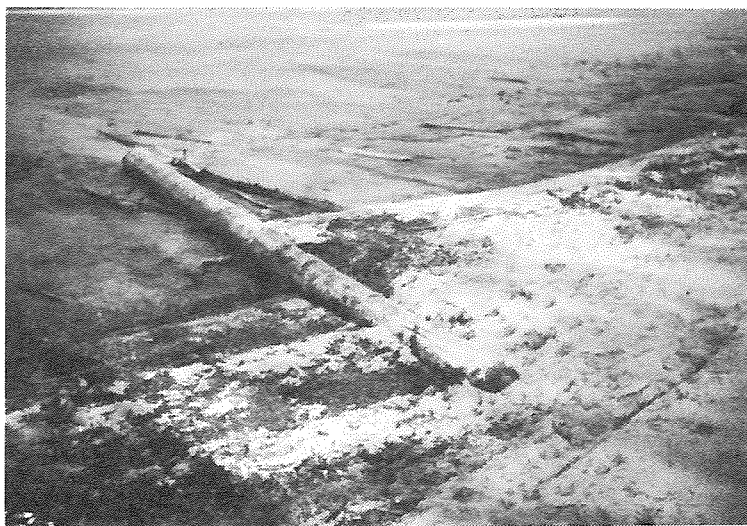
Kuva 71. Manamansalon länsiranta. Puronrannan pohjoispuolella Rantalan tilan alueella kivivallilla ja istutuksella suojattua metsämaan törmää. 1949.



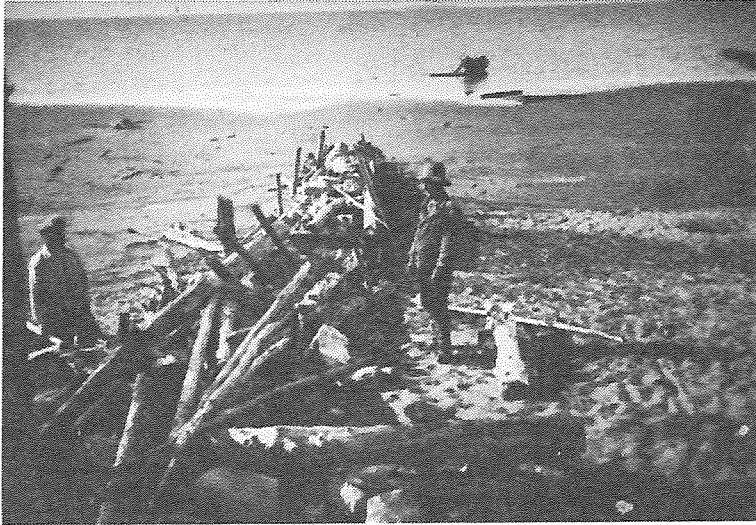
Kuva 72. Nuasjärvi. Järven pohjoisrannalla olevan Lahtelan tilan rantatörmää (Hs 85, Sa 10 %), jota jo viime vuosisadan lopulla on ryhdytty vahvistamaan kiveyksin ja istutuksin. Koska kivet painuvat ja liikkuvat hienojakoisessa maaperässä on kiveystä täytynyt jatkuvasti korjailla. Istutukseen on käytetty myös kuusta. W 137,61. 4.9.1945.



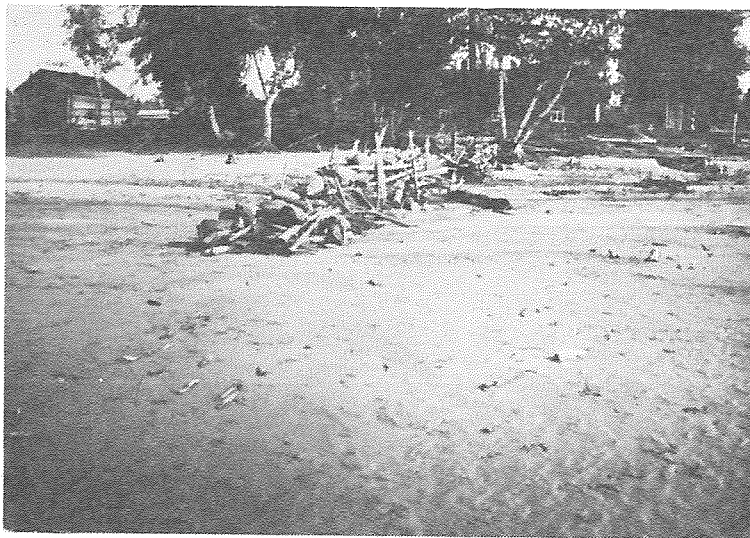
Kuva 73. Sapsojärvi. Sotkamon keskustan kohdalla olevan rantatönton hirsiseinämällä suojattua matalaa törmää. Vuoden 1943 tulva rikkoi tätä seinämää. Oikealla kuvassa näkyy Hiukan uimarantaa. 1939.



Kuva 74. Manamansalon länsiranta. Rantasuisteen vaikutuksen periaate. Rannassa oleva este kerää rannalle kulkevan ajohiekan tuulenpuoleiselle sivustalleen. Sama vaikutus on rantaan vedetyllä veneellä. 1939.



Kuva 75. Manamansalon länsiranta. Puronrannalla olevaa Laitilan isännän Väinö Karjalaisen (kuvassa oik.) edellisen kuvan periaatteella v. 1925 rakennettu rantasuiste, joka toi ratkaisun uhkaavaan vyörytilanteeseen. Oikealla suisteen ajohiekasta kasvattamaa rantäyrästä. 1939.



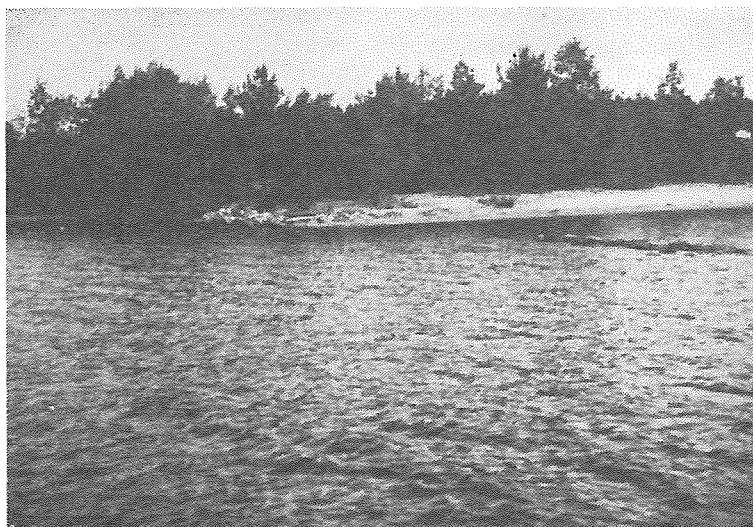
Kuva 76. Manamansalon länsiranta. Edellisen kuvan esittämä rantasuiste ja Laitilan tilan rantaa järveltä päin nähtynä. Sekalaisesta rakennusaineesta tehdyn suisteen päätä ovat aallokko ja jää rikkoneet. 1939.



Kuva 77. Manamansalon länsiranta. Edellisen kuvan esittämän rantasuisteen vaikutus Laitilan tilan asuinrakennuksen rannassa (ks. piirros 31). Hiekka on ajautunut pohjoisempana olevalta törmäalueelta. Kuvassa näkyy oikealla tilan sauna. W 123,39. 7.7.1945.



Kuva 78. Manamansalon länsiranta. Rantasuisteita Puronrannan Rantalan tilan rannassa. Niitä käytetään myös vene-laitureina. 1939.



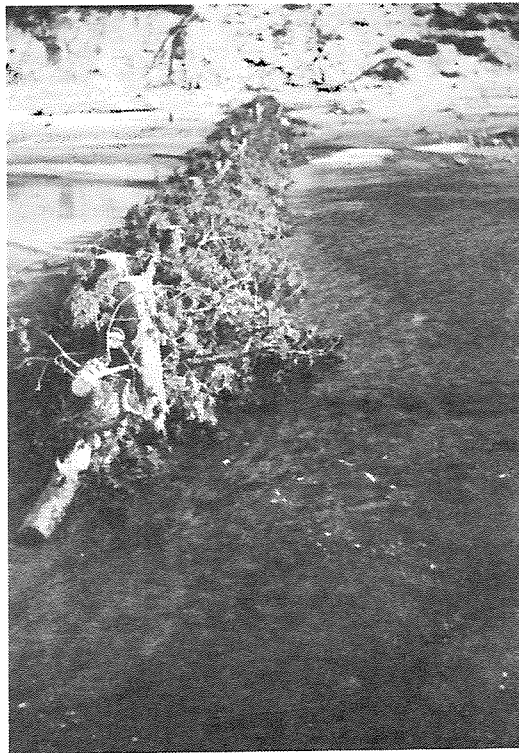
Kuva 79. Nuasjärvi, Rönnynniemi. Viime vuosisadan lopulla rantasuistein suojattua rantatörmää. Kuvassa näkyvää suistetta on viimeksi korjattu v. 1935. Lepittyneen rantaäyrään takana metsittynyttä törmää (Hk 45, Ht 55 %). Hiekka on ajautunut kuvasta oikealla olevasta vyöryrannasta. 1939.



Kuva 80. Nuasjärvi, Rönnynniemi. Edellisen kuvan esittämän rantasuisteen vaikutusta (ks. piirros 31). Kuvassa oikealla on aikoinaan ollut peltomaan vyörytörmää. 1939.



Kuva 81. Manamansalon länsiranta. Kopolanniemen eteläpuolelle kokeilutarkoituksessa vuonna 1948 rakennettuja rantasuisteita. Niiden pituus on n. 30 m ja keskinäinen väli 42 m. (ks. piirros 31). 1949.



Kuva 82. Manamansalon länsiranta. Edellisen kuvan esittämän suisteen rakenne. Rakennusaineena käytetyt paalut, rangat ja risukkeet otettu rannan kasvavasta metsästä. 1949.



Kuva 83. Manamansalon länsiranta. KokeilusuiSTEiden kasvattamaa rantaääyrästä seuraavana vuonna niiden rakentamista. 1949.



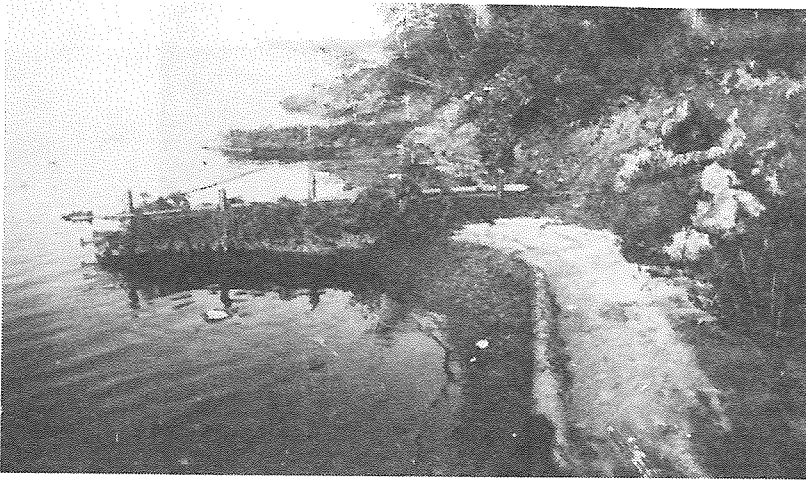
Kuva 84. Manamansalon länsiranta. KokeilusuiSTE kaksi vuotta rakentamisesta. Vuoden 1949 tulva ja jäät ovat rikkoneet suistetta, joka on ollut tarpeettoman pitkä. Suiste on vastannut tarkoitustaan, sillä se on estänyt hiekan kulkeutumasta rantaääyräältä. W n. 122,90. 1950.



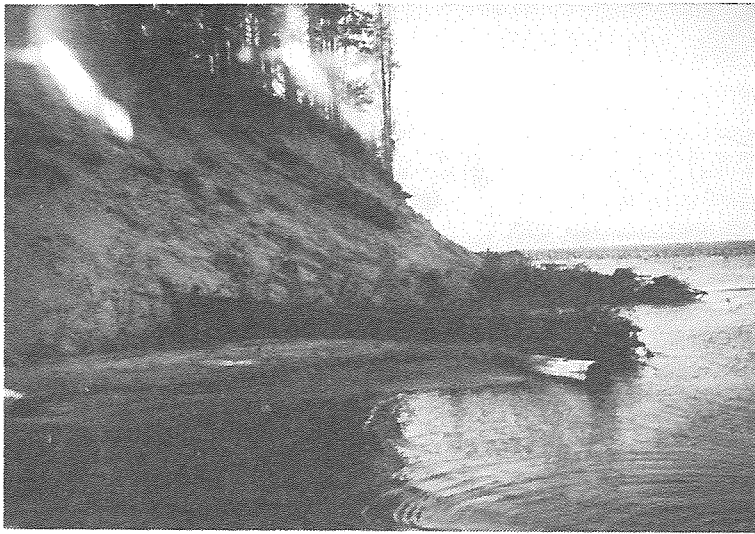
Kuva 85. Manamansalon länsiranta. Puronrannan Rantalan tilan rantaan v. 1950 rakennetun rantasuisteen kasvattama rantaääyrästä, johon on ollut vaikutusta myös aikaisemmin rakennetulla suisteeella. W n. 122,90. 1950.



Kuva 86. Koutaniemen pohjoisranta. Ilkon tilan rantaan kuukausi ennen kuvausta tehty rantasuiste ja istutusta. Maaperän ja sijainnin vuoksi ei suisteiden vaikutus voi olla merkittävä. W n. 122,90. 1950.



Kuva 87. Koutaniemen pohjoisranta. Lyhyitä rantasuisteita ja istutusta lähellä Sivolanniemen kärkeä kuvattuna melko pian töiden jälkeen. Suisteet, jotka on varsin kevytrakenteiset, eivät pystyne tällä kohtaa rantaäyrästä kasvattamaan. W n. 122,90. 1950.



Kuva 88. Paltaniemi. Vanhan hautausmaan törmärantaan v. 1950 rakennettuja suisteita. Niiden rakenne on liian heikko ottaen huomioon niiden sijainnin niemen kärjessä ja aavan selän rannalla. Kuvattu runsas kuu-kausi niiden rakentamisen jälkeen. W n. 122,90. 1950.

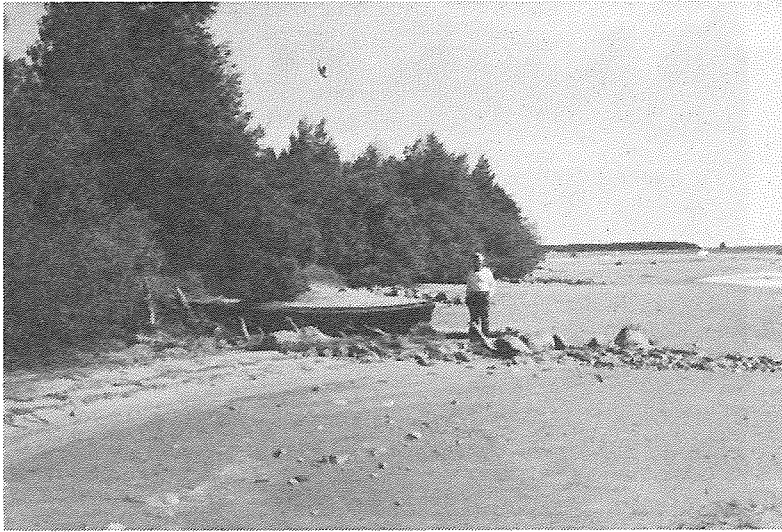


Kuva 89. Paltaniemi, Hannus. Vuonna 1950 rakennettuja suisteita ja suoritettua istutusta. Törmän luiska on tarkoituksenmukaisesti loivennettu. Hiekan kasautumisesta suisteisiin ei tällä kohtaa ollut paljoakaan odotettavissa, mutta suisteet ovat kylläkin edistäneet istutuksen onnistumista. Vuonna 1975 törmä oli täysin lepittynyt. W n. 122,90. 1950.

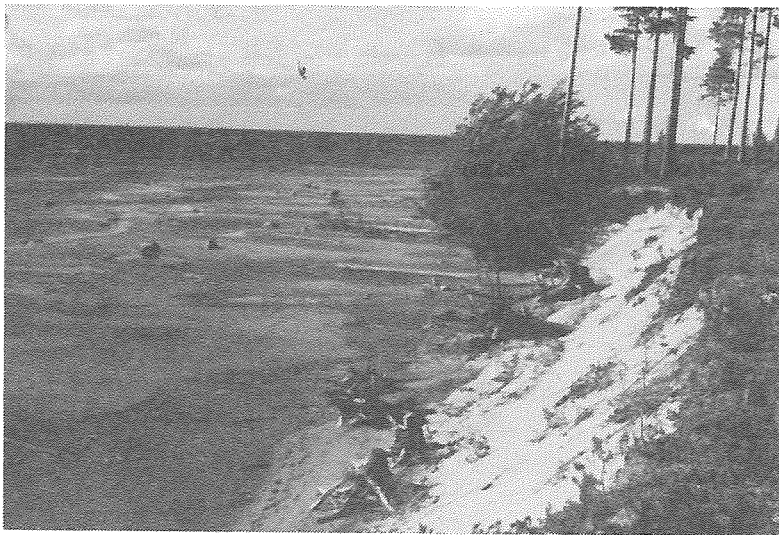
S ä ä n n ö s t e l y n a i k a i n e n t i l a n n e :



Kuva 90. Säräisniemi. Pohjoisrannan metsittynyttä törmää. Edustalla kiviaineksen verhoamaa rantaäyrästä. W 122,50. 6.8.1975.



Kuva 91. Säräisniemi, eteläranta. Korpiranta -nimisen tilan rantaan v. 1950 Väinö Halosen (kuvassa) tekemien suiskeiden jäännöksiä, jotka suisteet keräämällä taustalla olevasta vyöryrannasta tulleen hiekan rantaäyräälle ovat pysäyttäneet rannan vyörymisen. Sama kohta kuin kuvassa 4. W 122,50. 6.8.1975.



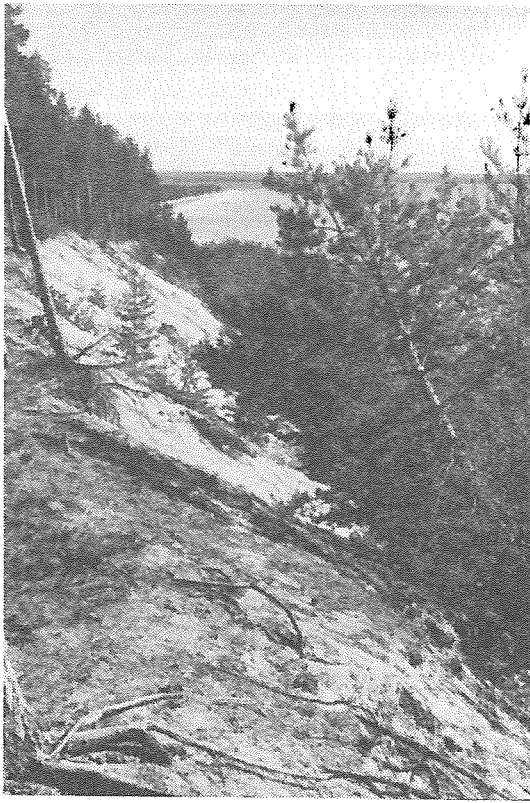
Kuva 92. Manamansalon länsiranta. Metsämaan törmää valtionmaalla n. 0,6 km Kopolanniemestä etelään. Karkealajitteinen ja tuulelle altis törmä ei hevin pääse kypsyään. W 122,50. 4.8.1975.



Kuva 93. Manamansalon länsiranta. Pantiontörmää Teeriniemestä pohjoiseen. Osa törmästä on metsittymässä. W 122,50. 4.8.1975.



Kuva 94. Manamansalon länsiranta. Puronrannan edustaa Laitilan tilalta pohjoiseen nähtynä. Kuvassa oikealla näkyy paaluja v. 1950 rakennetuista suisteista, joista löytyi vielä takonauloja. Rannan kasvittumista kerrotaan lisänneen suoalueen kuivatuksessa valuneet humuspi-toiset vedet. 4.8.1975.



Kuva 95. Manamansalon itäranta. Paljakantörmän korkeinta kohtaa. Sen ylärinne pysynee paljaana sateen ja tuulen vuoksi. Alaosa on metsittynyt. Taustalla näkyy Soiluanniemi. 5.8.1975.



Kuva 96. Manamansalon itäranta. Lähellä Soiluanniemen tyveä vuonna 1974 tapahtunutta vyöryä vedenkorkeuden oltua jonkin päivän korkeudella n. 123,30. Tällä lyhyehköllä kohdalla on maaperän koostumus: Hk 5, Ht 60, Hs 30, Sa 5 %, kun se koko tällä rantaosuudella on keskim.: Hk 30, Ht 55, Hs 15 %. Rannassa pidetyt veneet ja kaatuneet puut ovat kasvattaneet rantaan hiekkavallin, joka saattaa suojata törmän. Tarvittaessa voitaneen suojauksessa käyttää rantasuisteita. W 122,50. 5.8.1975.



Kuva 97. Manamansalon itärantaa. Edellisen kuvan esittämä kohta Paljakantörmään päin. Rantaäyräälle kasautuneen hiekkavallin korkein kohta on karkean mittauksen mukaan hieman säännöstelyn ylärajaa korkeammalla. W 122,50. 5.8.1975.



Kuva 98. Koutaniemen pohjoisranta. Ilkon tilan kohdalla olevaa lepittynyttä törmää. Sama kohta kuin kuvissa 18 ja 19. W 122,50. 5.8.1975.



Kuva 99. Paltaniemi. Vanhan hautausmaan Oulujoki Oy:n toimesta kivivallilla suojattua törmää. Kivivallin taustaan ja törmään on kasvanut puustoa ja pensaikkoa.
W n. 122,30. 1.9.1975.



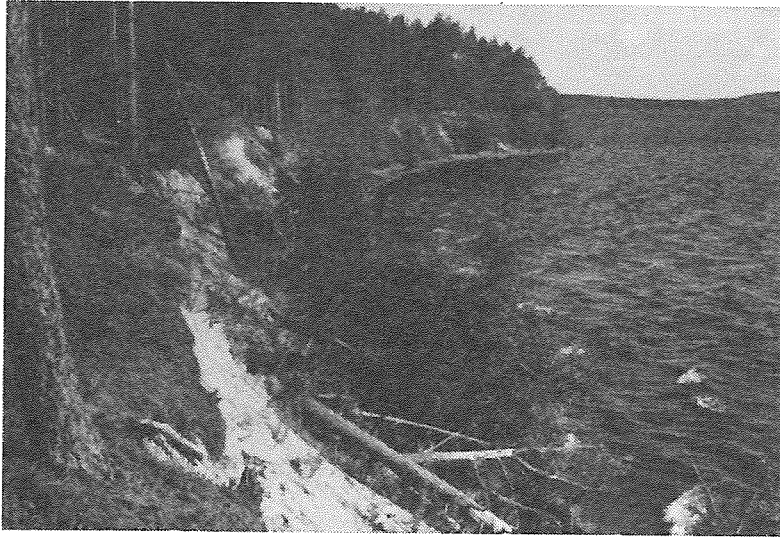
Kuva 100. Nuasjärvi, Rönnynniemi. Metsämaan törmä on eräiltä kohdin vielä altista vyörymiselle. 1.9.1975.



Kuva 101. Nuasjärvi, Rönnynniemi. Metsämaan törmä, joka näyttää olevan vähitellen lepittymässä. Kuvassa näkyvissä keskellä olevan suisteen vaikutusta. Taempana vasemmalla ruo'ikkoa. 1.9.1975.



Kuva 102. Nuasjärvi, Kekkolanniemi. Lepittynyt peltomaan törmä, jonka kypsymistä on edesauttanut maanomistajan oma-toimisuus. Sama kohta kuin kuvissa 27 - 29. 1.9.1975.



Kuva 103. Nuasjärvi, Huuskonniemi. Törmässä tapahtuu vielä jonkin verran vyörymistä. Taustalla oikealla näkyy Vuokatinvaaraa. 1.9.1975.



Kuva 104. Sapsojärvi. Hiukalta itään olevaa metsämaan törmärrantaa, joka on lähes kokonaan metsittynyttä. 1.9.1975.